

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Hodnocení ochranných vlastností profesních oděvů

Evaluation of protective properties of professional
clothing

Autor: Mária Zimová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zuzana Fleglová

Rozsah práce:

Počet stránek	Počet obrázků	Počet příloh	Počet zdrojů
75	29	2	36

V Liberci 2.mája 2011

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mária ZIMOVÁ**
Osobní číslo: **T08000299**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**
Název tématu: **Hodnocení ochranných vlastností profesních oděvů**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Podejte přehled profesních oděvů používaných jako ochranné oděvy proti zašpinění, prachu, vodě či roztokům chemikálií.
2. Proveďte rešerši zaměřenou na materiály a požadované užité vlastnosti těchto typů ochranných oděvů, analyzujte metody jejich hodnocení.
3. Navrhněte experiment hodnocení ochranných vlastností pro zvolené představitele sortimentu profesních oděvů.
4. Realizujte laboratorní měření ochranných vlastností těchto materiálů, proveďte vyhodnocení a porovnejte zjištěné výsledky.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce:

tištěná

Seznam odborné literatury:

- DRAŠAROVÁ, Jana. Vysocefunkční textilie [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních technologií, [cit. 2010-09-22].
- URL: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>
- ČSN EN 340 (83 2701). Praha: ÚNMZ - Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.
- ČSN EN ISO 17491-4 (83 2724). Praha: ÚNMZ - Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- ČSN EN 1149 (83 2845). Praha: ÚNMZ - Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.

Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Zuzana Fléglová
Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce:


12. listopadu 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

2. května 2011


prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.
děkan




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 12. listopadu 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy a užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 2. mája 2011

.....
Mária Zimová

PodĎakovanie

Touto cestou by som rada poĎakovala vedúcej mojej bakalárskej práce **Ing. Zuzane Fléglovej** za cenné pripomienky, odborné informácie a za celkový dohľad nad bakalárskou prácou.

PodĎakovanie taktiež patrí firme AC Lak s.r.o. Liberec za poskytnutie ochranného odevu a všetkým, ktorý mi potrebný materiál pomohli zadovážiť.

Anotace

Téma: Hodnocení ochranných vlastností profesních oděvů

Bakalářská práce se zabývá hodnocením ochranných vlastností profesních oděvů.

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení nejlepšího ochranného oděvu, který má sloužit, jako ochrana člověka v nebezpečném prostředí. Vyhodnocení oděvu se provádí na základě provedených zkoušek, které se týkají vybraných vlastností protichemických oděvů.

Klíčové slová

ochranné oděvy

protichemické ochranné oděvy

užité vlastnosti oděvů

speciální ochranné vlastnosti oděvů

Annotation

Theme: Evaluation of protective properties of professional clothing

This thesis deals with the evaluation of protective properties of professional clothing.

The aim of this work is the best evaluation of protective clothing to serve as personal safety in dangerous environments. Evaluation of the garment is made on the basis of tests that relate to the selected properties by chemical suits.

Key words

protective clothing

chemical protective clothing

functional characteristics of clothing

special protective properties of clothing

Zoznam použitých skratiek a značiek

EWG	Environmental Working Group (Pracovná skupina pre ochranu životného prostredia)
ČSN	Česká technická norma
ISO	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu
EN	Európska norma
NHO ₃	kyselina dusičná
PP	polyperopylén
PAD	polyamid
PUR	polyuretán
napr.	napríklad
resp.	respektíve
ev.	eventuálne
apod.	apodobne
atď.	a tak ďalej
max.	maximum
min.	minimum
SMS	kombinácia technológií spun-bond(S) a melt-blown(M)
CE	značka kvality
OOPP	osobné ochranné pracovné prostriedky
LS	lícna strana
SB	spun-bond
MB	melt-blown
\bar{x}	aritmetický priemer
s	Smerodajná odchýlka
r	rozptyl
v	variačný koeficient
IS	interval spoľahlivosti

Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretická časť.....	10
1.1 Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci.....	10
1.2 História pracovných ochranných odevov	10
1.3 Charakteristika pracovných ochranných odevov	10
1.3.1 Hlavné požiadavky na ochranné odevy podľa normy	11
1.3.2 Rozdelenie ochranných odevov podľa ochrany.....	12
1.4 Protichemické ochranné odevy	12
1.4.1 Oblasti použitia protichemických ochranných odevov.....	13
1.4.2 Vlastnosti protichemických ochranných odevov	14
1.4.3 Rozdelenie protichemických ochranných odevov	14
1.5 Materiály používané na výrobu protichemických ochranných odevov	18
1.5.1 Polypropylén.....	18
1.5.2 Polyetylén	18
1.5.3 Polyester.....	19
1.6 Plošné textilie na výrobu protichemických ochranných odevov	19
1.7 Úžitkové vlastnosti a metódy hodnotenia protichemických ochranných odevov.....	20
1.7.1 Trvanlivostné vlastnosti.....	20
1.7.2 Špeciálne ochranné vlastnosti protichemických ochranných odevov.....	25
1.7.2.1 Odolnosť proti pôsobeniu chemikálii	25
1.7.2.2 Antistatické vlastnosti protichemických ochranných odevov	30
1.7.2.3 Nehorľavosť protichemických ochranných odevov	30
1.7.3 Odevný komfort.....	31
2 Experimentálna časť	37
2.1 Charakteristika použitých materiálov na experiment	37
2.2 Prehľad ochranných odev a materiálov použitých na experiment.....	37
2.3 Testované vlastnosti ochranných protichemických odevov	39
A: Meranie priepustnosť vody Spray Test.....	40
B: a C: Meranie priepustnosti vzduchu	42
D: Meranie priepustnosť vodných pár	45
E: Odolnosť plošnej textílie pri odere	48
F: Pevnosť materiálu po osnove.....	52
2.4 Celkové vyhodnotenie experimentálnej časti	54
Záver	60
Použitá literatúra	62
Zoznam obrázkov	65
Zoznam tabuliek	66
Prílohovú časť	I
Príloha 1: Popis ochranných odevov použitých na skúšku.....	II
Príloha 2: Skúšky zvolené pre experiment ich namerané hodnoty a štatistika	IV

Úvod

Človek si svoje telo chránil už od nepamäti. Spočiatku odev slúžil ako ochrana pred klimatickými podmienkami. A dnes to nie je inak. Ale ak sa človek vyskytne v prostredí, ktoré je agresívnejšie a nebezpečnejšie, je potrebné, aby ochrana človeka bola väčšia. Zábranu proti takýmto vplyvom zabezpečí ochranný odev, ktorý nás od nežiaduceho prostredia izoluje a chráni.

Vzhľadom k tomu, že nebezpečenstvo pôsobí na jedinca pri rôznych činnostiach a v rôznych pracovných odvetviach, je široká škála ochranných odevov. Samozrejmosťou je, že ochranný odev musí spĺňať ochrannú funkciu, ale nesmieme zabúdať taktiež na komfort človeka. Človek, ktorý sa pri svojej činnosti bude cítiť pohodlne a jeho pohyb nebude obmedzený odevom, bude plniť svoju prácu na maximum.

Táto bakalárska práca sa špecifikuje len na malú časť ochranných odevov, konkrétne na protichemické ochranné odevy, ich vlastnosťami a testovaníu vlastností. Tieto odevy sa využívajú ako ochrana proti chemikáliám, kvapalinám, špine, prachu.

Bakalárska práca je rozdelená do dvoch častí. Prvá časť, teoretická, sa zaoberá samotným pojmom ochranného odevu a ďalšími základnými pojmami, ktoré s ním súvisia (bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci, história ochranných odevov, rozdelenie ochranných odevov). Hlavné zameranie tejto časti je na protichemické ochranné odevy, ich rozdelenie, vlastnosti, materiály a spôsob výroby akým môžu byť tieto odevy vyrobené.

Testovanými vlastnosťami sa zaoberá experimentálna časť. V nej sú spomenuté odevy použité na experiment, návrh experimentu, prevedenie skúšok, osobité vyhodnotenie každej skúšky a celkové vyhodnotenie. Celkové vyhodnotenie spočíva v určení najlepšieho protichemického ochranného odevu z materiálu so záterom a materiálu bez záteru.

Protichemické ochranné odevy použité pri skúškach sú od rôznych výrobcov. Tieto odevy sú z netkaného polypropylénu a prevažne slúžia na jedno použitie v oblasti, kde je potrebná ochrana človeka voči kvapalinám alebo pevným časticiam.

Cieľom bakalárskej práce je porovnať výsledky zvolených skúšok jednotlivých odevov medzi sebou. Na základe vyhodnotenia prevedených skúšok určiť najlepší protichemický ochranný odev, ktorý by spĺňal ochranné vlastnosti ako aj komfort človeka.

1 Teoretická časť

1.1 Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci

Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci je stav pracovných podmienok, ktoré vylučujú alebo minimalizujú pôsobenie nebezpečných a škodlivých činiteľov pracovného procesu a pracovného prostredia na zdravie zamestnancov.[1]

Každý zamestnávateľ by mal dbať o to aby jeho zamestnanci boli ochránení pred poranením tela alebo pred škodlivým účinkom prostredia. Docieli sa to používaním osobných ochranných pracovných prostriedkov (OOPP).

1.2 História pracovných ochranných odevov

Až do chvíle vstupu Poľska do Európskej únie, väčšina profesionálnych a ochranných pracovných odevov bola chápaná ako pracovný odev. Typickými príkladmi sú niektoré druhy odevov, určené pre pracovníkov vykonávajúcich prácu, počas ktorej hrozí silné znečistenie substanciami, ktoré nie sú nebezpečné pre život a zdravie, zrýchlené ničenie odevu, ako aj vtedy, ak je požadovaná špeciálna čistota vytváraného výrobku. Takéto oblečenie bolo zahrnuté do pracovného odevu a nepodliehalo povinnej certifikácii. Po 1. máji 2004 roku tento odev podlieha Smernici 89/686/EWG a musí spĺňať jej požiadavky, zároveň sa stal ochranným odevom, najčastejšie zahrnutým do I. kategórie ochrany a spĺňanie požiadaviek Smernice potvrdzuje sám výrobca alebo dovozca daného odevu. Ochranný odev bol rozdelený v závislosti od stupňa ohrozenia na tri kategórie:

I kategória- minimálne rizika (nízke požiadavky na ochranu).

II kategória- stredné rizika (napr. proti mechanickému nebezpečeniu).

III kategória- vysoké rizika (ochrana pred nevratným poškodením a smrteľným nebezpečením napr. poškodenie chemikáliami, chladom, teplom, žiarením, atd.). [3], [21]

1.3 Charakteristika pracovných ochranných odevov

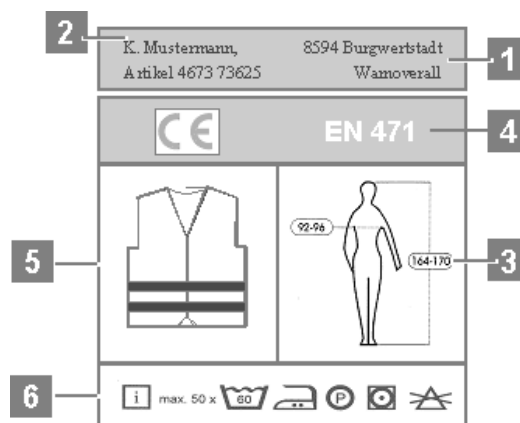
Pracovné ochranné odevy predstavujú OOPP vo všetkých priemyselných odvetviach. Ochranný odev je odev, ktorý zakrýva alebo nahradzuje osobné oblečenie, chrániace pred určitými ohrozeniami. Jeho použitie je dôležité pri konkrétnych prácach, kde existuje nebezpečenstvo poranenia tela alebo preniknutie škodlivých substancií cez pokožku. Hlavné riziko predstavujú: vysoká alebo nízka teplota, oheň, nebezpečné chemické substancie, elektrické napätie, vlhkosť, slabá viditeľnosť, mechanické,

biologické ohrozenie atd. Jednotlivé druhy odevu sú navrhnuté ako ochrana pred ohrozeniami vyskytujúcimi sa v určitých pracovných podmienkach.[3]

1.3.1 Hlavné požiadavky na ochranné odevy podľa normy

Norma ČSN EN 340 (83 2701) ustanovuje všeobecné požiadavky na ochranné odevy:

- a) Neškodnosť materiálov na používateľa.
- b) Ergonomické požiadavky na oblečenie, vrátane pohodlia, hmotnosti a designu.
- c) Technické požiadavky po starnutí, čistení, rozmerové zmeny.
- d) Označovanie veľkostí.
- e) Informácie dodávané výrobcom.
- f) Označovanie informácií na etikete musí byť jasne viditeľné a čitateľné a obsahovať nasledujúce informácie ako to znázorňuje obr.1.



Obrázok 1: Označovanie na etikete[2]

1. Meno, ochranná známka alebo iný spôsob identifikácie výrobcu alebo jeho splnomocneného zástupcu.
2. Typ a obchodný názov odevu alebo jeho kód.
3. Piktogram a označenie veľkosti podľa EN 340.
4. Odkaz na konkrétne európske normy, napr. EN 471 a značka CE.
5. Osobitný piktogram znázorňujúci konkrétne nebezpečenstvo, dizajn odevu a úroveň výkonu odevu (napr. odev s vysokou viditeľnosťou).
6. Symboly údržby podľa ISO 3758. Popríklad dostupnosť informácií o výrobe.[2]

1.3.2 Rozdelenie ochranných odevov podľa ochrany

Ochranné odevy do nepriaznivého počasia:

- Ochranné odevy do dažďa (EN 343)
- Ochranné odevy do chladného prostredia (EN 14058)
- Ochranné odevy do chladu (EN 342)

Ochranné odevy technické:

- Výstražné odevy s vysokou viditeľnosťou (EN 471)
- Ochranné odevy antistatické (EN 1149-1)
- Ochranné odevy pre používateľov ručných reťazových píl (EN 381)

Ochranné odevy proti teplu:

- Ochranné odevy používané pri zvarení a podobných činnostiach (EN 470-1)
- Ochranné odevy proti teplu a plameňom (EN 533)
- Ochranné odevy pre pracovníkov vystavených teplu (EN 531)

Ochranné odevy proti chemikáliám:

- Ochranné odevy proti kvapalným chemikáliám (EN 13034) typ 6
- Ochranné odevy na použitie proti tuhým časticiam (EN 13982-1) typ 5
- Ochranné odevy proti kvapalným chemikáliám (EN 14605) typ 3- 4
- Ochranné odevy proti kvapalným a plyným chemikáliám (EN 943-2) typ 1- 2

[22]

Ochranné odevy majú rozsiahle rozdelenie, táto bakalárska práca sa bude ďalej zaoberať len malou časťou týchto ochranných odevov a to konkrétne protichemickým ochrannými odevmi. Týmto odevom bude venovaná okrem teoretickej časti aj časť experimentálna.

1.4 Protichemické ochranné odevy

Protichemické ochranné odevy sú vytvorené tak, aby chránili telo proti pevným, tekutým, plyným, párovým rizikom, poprípade izolovali telo od okolitého ovzdušia.

Pre prívod vzduchu je nutný dýchací prístroj so stlačeným vzduchom, alebo dýchací prístroj s prívodom vzduchu zo vzduchovej hadice, alebo kompresoru. [4]

1.4.1 Oblasti použitia protichemických ochranných odevov

Protichemické ochranné odevy majú širokú oblasť použitia. Používajú sa v nebezpečných prašných prostrediach alebo v nebezpečných prostrediach, kde hrozí postriekanie chemickými látkami.

V nebezpečných prašných prostrediach sa ochranné odevy používajú pri:

- kontrole a odstraňovaní azbestu,
- manipulácii so sklenenými vláknami,
- spracovaní dreva,
- zváraní (v prípade ak sa použije odev s indexom 2 alebo 3- spomaľujúci horenie),
- práci s pesticídmi,
- brúsení a leštení kovov,
- uvoľnenom prachu v elektrárňach,
- kŕmení zvierat a kontrole zvierat,
- spracovaní liečiv,
- spracovaní odpadových vôd,
- pri výskyte rádioaktívnych častíc.[5]

V nebezpečnom prostredí, kde je nebezpečenstvo rozstreku a postriekania tekutými chemikáliami, sa protichemické ochranné odevy používajú pri:

- ľahkej údržbe prevádzok,
- priemyselnom čistení (nízky tlak),
- údržbe strojových zariadení a mechanickej údržbe (olej, mazivá),
- striekaní pesticídov pri zemi a nad hlavou,
- striekaní farieb (nie izokyanátové farby),
- miešaní a príprave koncentrovaných chemikálií,
- čistení a údržbe nádrží,
- dojení zvierat a pri práci so zvieratami(mliekarne),
- likvidácií infikovaného vtáctva, kontakt s infikovanou krvou.[5]

1.4.2 Vlastnosti protichemických ochranných odevov

Vlastnosti protichemických ochranných odevov sú dané normou. Protichemické ochranné majú rôzne použitie a preto aj vlastnosti týchto odevov budú rozdielne.

Hlavné vlastnosti protichemických ochranných odevov:

- Priedušnosť materiálu pre zníženie tepelného šoku.
- Ochrana voči nebezpečným prachovým časticiam a postreku chemikálií.
- Priedušný chrbtový diel pre zvýšené prúdenie vzduchu a zníženie tepelnej záťaže užívateľa. (obr.12)
- Páskou prekryté švy odevu na ochranu a odolnosť pred veľmi jemnými časticami a tekutými chemikáliami.(obr. 13) [14]

Ďalšie vlastnosti, ktoré môžu spĺňať protichemické ochranné odevy.

- Elektrostatické vlastnosti EN 1149-1(obr.4)
- Obmedzená ochrana voči plameňom a teplu EN 533 (obr.3)
- Odolnosť voči kontaminácii rádioaktívnymi časticami ČSN EN ISO 1073-2 (obr.2)
- Ochrana voči biologickým rizikám EN 14126 (obr.5) [5]



Obrázok 2: Odolnosť voči kontaminácii rádioaktívnymi časticami[11]



Obrázok 3: Obmedzená ochrana voči plameňom a teplu[11]



Obrázok 4: Elektrostatické vlastnosti[11]



Obrázok 5: Ochrana voči biologickým rizikám[11]

1.4.3 Rozdelenie protichemických ochranných odevov

Protichemické ochranné odevy majú rôzny stupeň ochrany a preto sa rozdeľujú podľa noriem do 6 typov. Každý z týchto typov odevu spĺňa určitú ochranu špecifickú pre konkrétny typ odevu. Typ 1 až 6, 1 vysoke nebezpečenstvo, 6 nízke nebezpečenstvo. [7]

Typ 1 a typ 2 EN 943-1 (83 2726)

Ochranný odev proti kvapalným a plyným chemikáliám, vrátane kvapalných aerosólu a pevných častíc. (obr.8)

1 časť: Požiadavky na účinnosť protichemických odevov ventilovaných a neventilovaných: „plynotesných“ (typ1) (obr.6) a „neplynotesných“ (typ2)



Obrázok 6: Symbol protichemických ochranných odevov typ 1 [9]



Obrázok 7: Symbol protichemických ochranných odevov typ 2 [9]

Tato norma špecifikuje minimálne požiadavky a skúšobne metódy pre vetrane a nevetrane ochranné obleky, ktoré môžu byť pre obmedzene a opakovateľné použiteľné, zahrňujúce ďalšie položky ako rukavice a čižmy.

Typ 1 –Chemický ochranný odev - tesný voči plynom.

- *Ia:* s prívodom vzduchu na dýchanie nezávislým od okolitého prostredia, napr. pomocou dýchacieho prístroja so stlačeným vzduchom. Dýchací prístroj sa nosí vo vnútri chemického ochranného odevu.
- *Ib:* s prívodom vzduchu na dýchanie, napr. s dýchacím prístrojom so stlačeným vzduchom. Dýchací prístroj sa nosí mimo chemického ochranného odevu.
- *Ic:* so vzduchom na dýchanie, ktorý poskytuje pozitívny tlak, napr. vzduchovým vedením.

Typ 2- Chemický ochranný odev- netesný voči plynom.

Chemický ochranný odev, „netesniaci voči plynom“ so vzduchom na dýchanie, poskytujúcim pozitívny tlak.[6]



Obrázok 8: Ochranný odev- typ 1 a 2[8]



Obrázok 9: Protichemický ochranný odev
typ 3 a 4 [10]

Typ 3 a typ 4 EN 14605 (83 2721) (obr.9)

Ochranný odev proti kvapalným chemikáliám

Požiadavky na chemický ochranný odev, so spojeniami tesniacimi voči kvapalinám (typ 3) alebo voči postrekom (typ 4).



Obrázok 10: Symbol protichemických
ochranných odevov typ 3[9]



Obrázok 11: Symbol protichemických
ochranných odevov typ 4[9]

Norma špecifikuje len minimálne požiadavky na nasledujúce typy odevov s obmedzeným použitím a opakovateľne použiteľný chemický ochranný odev.

- Odev chrániaci celé telo so spojeniami medzi rôznymi časťami odevu, tesniacimi voči kvapalinám (typ 3)
- Odev chrániaci celé telo so spojeniami medzi rôznymi časťami odevu, tesniaci voči postrekom (typ 4).[6]

Typ 5 EN 13982-1 (83 2727)

Ochranný odev proti chemikáliám zložených z pevných častíc (obr.12, 13)

Požiadavky účinnosti na ochranný odev proti chemickým časticiam. Odev ponúka úplnú ochranu tela proti pevným časticiam prepravovaným vzduchom.

Tato norma špecifikuje minimálne požiadavky na protichemický ochranný odev, ktorý odoláva preniknutiu pevných častíc pohybujúcich sa vzduchom (typ5).

Tento odev ponúka ochranu celého tela, vrátane trupu, ramien a nôh, ako je napr. kombinéza z jednej alebo dvoch častí, ktorá môže byť s kapucňou, so štítom na tvar, s ochranou nôh resp. spodnej časti chodidiel alebo bez týchto ochranných súčastí.[6]



Obrázok 12: Protichemický ochranný odev s priedušným zadným dielom-typ 5 a 6[5]



Obrázok 13: Protichemický ochranný odev-typ 4, 5 a 6[5]

Typ 6 -EN 13034 (83 2722)

Ochranné odevy proti kvapalným chemikáliám (viď. obr.12, 13)

Požiadavky na chemické ochranné odevy poskytujúce obmedzenú ochranu proti kvapalným chemikáliám (typ6).



Obrázok 14: Symbol protichemických ochranných odevov typ 5[9]



Obrázok 15: Symbol protichemických ochranných odevov typ 6[9]

Tato norma špecifikuje minimálne požiadavky na viacnásobne použiteľný chemický odev a chemický ochranný odev s obmedzeným použitím. Chemický ochranný odev s obmedzeným použitím je určený na použitie pre prípady potenciálnej expozície ľahkým postrekom, kvapalným aerosólom alebo postrekom s malým objemom pod nízkym tlakom, proti ktorým sa úplná zábrana nevyžaduje. [6]

1.5 Materiály používané na výrobu protichemických ochranných odevov

Materiály na výrobu ochranných odevov sa používajú prevažne podľa toho, na čo má daný odev slúžiť. Keďže niektoré ochranné odevy nemajú dlhú životnosť slúžia na jedno použitie prípadne niekoľko použití. Jedna sa predovšetkým o netkané textílie konkrétne z polypropylénu, polyetylénu, polyesteru. Všetky tieto materiály môžu mať rôzne úpravy, ktoré zlepšujú vlastnosti odevov. Medzi najznámejšie úpravy patrí antistatická.

1.5.1 Polypropylén

Syntetické vlákno, ktoré sa prevažne používa na výrobu netkaných textílií. Výhody týchto vlákien sú najmä: odolnosť voči oderu, trvanlivosť, nízka hmotnosť, ľahká formovateľnosť, nízka úroveň elektrostatického náboja, výborná odolnosť voči chemikáliám (porušujú ho len koncentrovaná NHO_3 a horúce koncentrované alkálie). Medzi nevýhody patri nízke (pomalé) zotavovanie, nízka navlhavosť, nízka tepelná odolnosť (tepelná zrážanlivosť), nepríjemný omak (voskový), malá tuhosť, nízka farbiteľnosť (možnosť farbiť v hmote).[15]

1.5.2 Polyetylén

Polyetylén vzniká polymerizáciou etylénu. Vyznačuje pomerne vysokou odolnosťou voči kyselinám, zásadám, dobrou mechanickou a chemickou odolnosťou. Vo vode pláva a v polárnych rozpúšťadlách sa prakticky nerozpúšťa. Neprepúšťa vodnú paru, ale pre kyslík, oxid uhličitý a aromatické zlúčeniny je priepustný. Kvôli nepolárnemu povrchu sa ťažko spája lepením či lisovaním.[17]

1.5.3 Polyester

Polyester je najpoužívanější syntetické vlákno, ktoré je veľmi silné, trvanlivé, odolné voči chemikáliám, plesniam a oderu. Polyesterové vlákno je hydrofóbné, má dobrú termickú odolnosť (200°C), lepšia odolnosť voči slnku než PAD, rýchle schne a má ľahkú údržbu, vysoká žmolkovitosť. Nevýhodou polyesteru je nízka navlhavosť, nabíjanie elektrostatickou elektrinou, vysoká hmotnosť.[15],[19]

1.6 Plošné textílie na výrobu protichemických ochranných odevov

Na výrobu protichemických ochranných odevov sa používajú prevažne netkané textílie vyrobené z PP, PE a PES.

Plošné netkané textílie pre protichemické ochranné odevy môžu byť vyrobené ako SMS netkané textílie alebo iba technológiou spun-bond.

SMS netkané textílie sú vyrobené kombináciou technológií spun-bond (S) a melt-blown (M).

Technológia spun-bond:

- v tomto prípade sa jedna o zvlákňovanie a spojenie.
- SB v SMS netkaných textíliách tvorí spodnú aj vrchnú vrstvu, medzi ktorými je textília vyrobená technológiou melt-blow.

Postup výroby:

- tavenie granulovaného polyméru,
- zvlákňovanie cez zvlákňovacie trysky,
- odťah vlákien, ev. dlženie,
- ukladanie vlákien na sieťový dopravník,
- spevňovanie vlákenej vrstvy,
- orezanie okrajov a navíjanie.

Technológia melt-blown:

- vlákenná vrstva vzniká rozfukovaním taveniny
- MB v SMS netkaných textíliách tvorí filtračnú membránu, ktorá dáva protichemickému odevu vynikajúcu vzdušnosť.

Protichemické ochranné odevy vyrobené z SMS netkanej textílie sú priedušné, antistatické, pohodlné, chránia telo pred nečistotami, atď. [26], [27]

1.7 Úžitkové vlastnosti a metódy hodnotenia protichemických ochranných odevov

Aby mohli byť textílie používané ako odevné materiály, musia mať dobré úžitkové vlastnosti. U ochranných odevov sú to predovšetkým: odolnosť voči oderu, prerezaniu ostrými predmetmi, poškodeniu ohybom, vznieteniu a preniknutiu chemikálii, dobrá pevnosť šva, odpudivosť na kvapaliny. Tieto vlastnosti sú hodnotené pomocou rôznych metód, ktoré nariaďuje tomu príslušná norma.

1.7.1 Trvanlivostné vlastnosti

Pod pojmom trvanlivosť sa rozumie schopnosť odolávať poškodeniu a opotrebeniu.

Odevy počas používania sú rôzne namáhané: ohýbaním, naťahovaním, stlačovaním, odieraním, pôsobí na ne svetlo, teplo, pot apod.. Tieto vplyvy pôsobia nielen počas nosenia, ale aj pri údržbe odevu, počas ktorej sa uvoľňujú jednotlivé vlákna, textílie sa stenčujú a sú menej odolnejšie voči opotrebeniu. Opotrebením odevov sú ovplyvňované estetické vlastnosti a v prípade veľkého namáhania môže dôjsť i k roztrhnutiu odevu.

Trvanlivosť je posudzovaná pomocou laboratórnych skúšok a na základe toho sa stanovuje ich odolnosť voči poškodeniu a opotrebeniu.[14]

Dôležité trvanlivostné vlastnosti textílii a odevu:

- pevnosť v ťahu a ťažnosť textílii,
- pevnosť vo šve,
- odolnosť proti prezeraniu ostrými predmetmi,
- odolnosť voči oderu v ploche, v hrane.[14]

a) Pevnosť plošných textílii v ťahu a ťažnosť

Skúška pevnosti plošných textílií v ťahu a ťažnosť vychádza z ČSN EN ISO 13934-1 (80 0812). Táto norma stanovuje postup pri zisťovaní maximálnej sily [N] a ťažnosti [%] pri maximálnej sile textílii pomocou metódy Strip.

Metóda je vhodná hlavne pre tkaniny, ale môže sa použiť aj na plošné textílie vyrobené inými technológiami.

Podstata skúšky:

- Skúšobnú vzorku plošnej textílie so stanovenými rozmermi začne stroj napínať pri konštantnej rýchlosti do pretrhnutia. Zaznamená sa maximálna sila [N] a ťažnosť [%] pri maximálnej sile. Môže sa taktiež zaznamenať sila pri pretrhnutí a ťažnosť pri pretrhnutí.

Skúšobné vzorky:

- Šírka skúšobnej vzorky $5\text{ cm} \pm 0,5\text{ cm}$ a dĺžka 30 cm

Postup skúšky:

- Nastavenie upínacej dĺžky $20\text{ cm} \pm 0,1\text{ cm}$ pre textílie s ťažnosťou pri maximálnej sile 75 % a rýchlosť predlžovania plošnej textílie 100 mm/min. Skúšobnú vzorku upnúť do stredu, pozdĺžna stredová línia musí prechádzať stredom predných hrán čelustí prístroja.[12]

b) Pevnosť materiálu vo šve metódou Strip

ČSN EN ISO 13935-1 (80 0841) určuje postup pri zisťovaní maximálnej sily [N] švu u šitých odevov, kedy sila [N] pôsobí kolmo ku švu metódou Strip.

Podstata skúšky:

- Plošná textília o stanovených rozmeroch so švom uprostred je natáhaná kolmo na šev pri konštantnej rýchlosti až do pretrhnutia švu. Zaznamenáva sa maximálna sila [N] nutná k pretrhnutiu švu.

Príprava vzoriek:

- Vzorky je potrebné zhotoviť v dvoch sadach. Jedna bude po osnove a druhá po útku.
- Každá sada vzoriek musí obsahovať min. päť skúšobných vzoriek.
- Vzorky musia byť odobrané tak, aby žiadna vzorka neobsahovala rovnaké útkové a osnovné nite.

Postup skúšky:

- Nastaviť upináciu dĺžku $200 \text{ mm} \pm 1 \text{ cm}$ a rýchlosť predĺženia 100 mm/min .
- Upnúť skúšobnú vzorku a spustiť zariadenie pre záznam max. sily [N].

Výsledok skúšky:

- Zaznamenaná sa maximálna sila [N] a uvedie sa či došlo k:
 - o k pretrhnutiu textílie,
 - o k pretrhnutiu textílie v čeľustiach,
 - o k pretrhnutiu textílie vo šve,
 - o k pretrhnutiu šijacích nití,
 - o k vytiahnutiu nití,
 - o ku kombinácii týchto možností.

Ak došlo k pretrhnutiu textílie alebo k pretrhnutiu textílie v čeľust'ach musia byť prevedené ďalšie skúšky. [12]

c) Odolnosť proti prerezaniu ostrými predmetmi

Skúšobne metódy pre stanovanie odolnosti proti prerezaniu ostrými predmetmi stanovuje ČSN EN ISO 13997 (83 2774).

Skúškami sa stanoví odolnosť proti prerezaniu ostrými hranami predmetu ako sú napr. nože, diely kovových plechov, sklo, náradie s ostrým, odliatky, triesky pri obrábaní dreva atd.. Odolnosť materiálu proti prerezaniu ostrými predmetmi sa meria na špeciálnom prístroji, v ktorom je ostrá čepeľ ťažená cez skúšobnú vzorku. Rezy vznikajú pri pohybu čepele v dĺžke od 3-50 mm, pričom čepeľ pôsobí kolmo na skúšobnú vzorku silou [N] rôznej veľkosti. Odolnosť skúšobnej vzorky je daná hodnotou reznej sily, ktorá pôsobí na čepeľ s normálnym ostrím, a ktorá docieli prerezanie materiálu rezom o dĺžke 20 mm.

Postup pri skúške:

- Skúšobná vzorka sa upevní kúskom obojstrannej lepiacej pásky o šírke $50 \pm 2 \text{ mm}$, potom sa položí na držiak skúšobného vzorku tak, aby vzorka bola upevnená bez napnutia. Skúšobné vzorky sa môžu upevniť na držiak skúšobného vzorku pomocou lepiacej pásky tak, aby uprostred ostala medzera o šírke $10 \pm 2 \text{ mm}$, v ktorej dôjde k dotyku rezacej čepele.
- Zvolená sila [N] postupne pôsobí medzi skúšobnou vzorkou a čepeľou.

- Rez sa zaháji do doby 5 s.
- Rez sa prevedie až do prerezania, aby sa stanovila sila [N], ktorá vedie k dĺžke vedeného rezu medzi 5 až 50 mm.
- Pri každom následnom reze musí dĺžka dosiahnuť 5 meraní medzi: 5-15 mm, 15-30 mm, 30-50 mm.
- Každé meranie sa prevádza s nepoužitou čepel'ou.
- Každý rez sa vedie so vzájomným odstupom a s odstupom okraja skúšobného vzorku najmenej 10 mm.

Výsledok skúšky:

- Normalizované dĺžky sa vynesú v závislosti na použitej sile a stanoví sa krivka závislosti a to buď graficky alebo s použitím počítačového programu. Z krivky sa určí sila, ktorá je potrebná na prerezanie materiálu pri dĺžke vedeného rezu 20 mm.
- Ak stredná hodnota dĺžky rezu je medzi 18,0-22,0 mm výsledky sa zahrnú pre nový výpočet reznej sily [N].
- Ak stredná hodnota dĺžky rezu je mimo 18,0-22,0 mm, prevedie sa ďalších 5 meraní.
- Rezná sila je zaokrúhlená na desatiny N.

Požiadavky na skúšobné zariadenie:

- Skúšobne zariadenie musí pôsobiť konštantne známou silou [N] medzi čepel'ou a skúšobnou vzorkou v priebehu rezania. A touto silou [N] musí pôsobiť vždy kolmo na ostrosť čepele.
- Zariadenie musí mať vyhovujúcu citlivosť a presnosť.[12]

d) Odolnosť proti oderu

Podľa ČSN EN 530 (83 2900) sú dve metódy skúšania pre odolnosť materiálu s použitím rovnakého testovacieho zariadenia Martindale .

Prvá metóda popisuje stanovenie odolnosti materiálu ochranných odevov proti oderu. Prístroj sa používa obvyklým spôsobom a výsledkom je obrúsená kruhová vzorka o priemeru 38 mm.

Postup pri skúške podľa prvej metódy:

- Nastavenie intervalu otáčok na odieracom prístroji. Ak nie je stanovené inak používajú sa vhodné skúšobné série podľa tab.1 .
- Zapnutie prístroja.
- Po skončení nastaveného intervalu sa odierané plochy očistia, skontroluje sa poškodenie skúšobnej vzorky. V prípade ak nenastane žiadna zmena vzorky, skúška pokračuje ďalším skúšobným intervalom až dovtedy, kým nenastanú zmeny na skúšobnej vzorke.

Tabuľka 1: Skúšobná metóda [12]		
Skúšobná séria	Počet otáčok pri ktorých dôjde k poškodeniu skúšobnej vzorky	Otáčky skúšobného materiálu
a	$n \leq 5000$	každých 1000
b	$5000 < n \leq 20000$	každých 2000
c	$20000 < n \leq 40000$	každých 5000
d	$40000 < n$	každých 10 000

Druhá metóda popisuje predbežnú prípravu týchto materiálov na skúšku voči oderu v tom prípade, ak sú skúšobne vzorky ďalej používané pre ďalšie metódy skúšania alebo pre vyhodnotenie ostatných ochranných vlastností. Prístroj sa používa obráteným spôsobom t.j. skúšobná vzorka sa umiestni do držiaku na odierací prostriedok a odierací prostriedok sa umiestni do držiaku na skúšobnou vzorku.

Postup pri skúške podľa druhej metódy:

- Umiestnenie vzorky a odieracieho materiálu do držiakov.
- Odierací prístroj sa nastaví na potrebný interval otáčok.
- Zapnutie prístroja
- Skúška pokračuje až do dosiahnutia nastaveného počtu otáčok. Po skončení nastaveného intervalu sa odierané plochy očistia a skontroluje sa poškodenie skúšobnej vzorky.
- Ak nenastanú žiadne zmeny zahájí sa ďalší skúšobný interval. Skúška pokračuje až kým nie je dosiahnutý plný počet otáčok.[12]

1.7.2 Špeciálne ochranné vlastnosti protichemických ochranných odevov

Protichemický ochranný odev musí taktiež spĺňať špeciálne vlastnosti, medzi ktoré patrí odolnosť proti pôsobeniu chemikálií, antistatické vlastnosti a nehorľavosť.

1.7.2.1 Odolnosť proti pôsobeniu chemikálií

a) Prienik aerosólu pevných častíc

Prienikom aerosólu pevných častíc sa zaoberá ČSN EN ISO 13982-2 (83 2727). Tato technická norma špecifikuje skúšobnú metódu pre stanovenie barierovej účinnosti ochranných odevov proti chemikáliám a proti aerosólu suchých, jemných prachov. Aerosól častíc chloridu sodného je generovaný vnútri skúšobnej komory. V komore je osoba oblečená v skúšobnom ochrannom odevu. Prienik na každom vzorkovanom mieste vnútri odevu je meraný pomocou plameňovej fotometrie. Skúška slúži k výpočtu prieniku v percentách pre každé vzorkovacie miesto alebo celkového prieniku odevom a to pre každú skúšobnú osobu zvlášť.[12]

b) Permeácia (priepustnosť) kvapalín a plynu nepriedušnými materiálmi

Laboratórnymi skúšobnými metódami, ktoré umožňujú stanovenie odolnosti materiálu používaných pre ochranný odev proti permerácii kvapalných a plyných chemikálií za podmienok nepretržitého alebo prerušovaného kontaktu, sa zaoberá ČSN EN ISO 6529 (83 2732).

Metóda A: testovanie preniknutia kvapalných chemikálií (těkavých alebo rozpustných vo vode), pri ktorých sa predpokladá nepretržitý kontakt s materiálom ochranného odevu. Pri tejto metóde sa zaznamenáva koncentrácia skúšobnej chemikálie nájdennej v každom vzorku a doba, ktorá uplynula medzi časom naliatia kvapaliny do komory a vybratím vzorku z komory.

Metóda B: testovanie preniknutia plyných chemikálií, u ktorých sa predpokladá nepretržitý kontakt s materiálom ochranného odevu. Zaznamenáva sa koncentrácia skúšobnej chemikálie nájdennej vo vzorku a čas, ktorý uplynul od počiatočného kontaktu plynu so vzorkou materiálu a vybratím vzorky z komory.

Metóda C: testovanie preniknutia chemikálií kvapalných (těkavých alebo rozpustných vo vode), u ktorých sa predpokladá prerušovaný kontakt s materiálom ochranného odevu. V metóde C sa zaznamenáva koncentrácia skúšobnej chemikálie

nájdenéj v každom vzorku a doba, ktorá uplynula medzi časom naliatia kvapaliny do cely a vybratím vzorku z cely.

Tieto skúšobné metódy:

- Sú vhodné len pre skúšanie nepriedušných materiálov ochranného odevu. Stanoví sa odolnosť proti permeácii materiálu ochranného odevu za laboratórnych podmienok na základe doby prieniku, rýchlosti permeácie a celková permeácie.
- Umožňujú sledovanie účinku vplyvu skúšobných kvapalín na materiál ochranného odevu behom skúšky.
- Zisťujú len určité vlastnosti materiálu alebo konštrukcie materiálu (napr. švov) použité na ochrannom odeve.

Skúšky nemusia napodobňovať reálne podmienky. Užitie výsledkov skúšok je obmedzene na porovnávanie materiálov podľa ich odolnosti proti permeácii.[12],[24]

Výsledok skúšok:

Každá vzorka sa prehliadne pred a po skúške na dobre osvetlenom mieste a pozoruje sa, či sa skúšobná vzorka zmenila alebo nezmenila po kontakte so skúšobnou chemikáliou. Zaznamená sa či sa skúšobná vzorka ofarbila, nabobtnala, stála sa krehkou alebo sa rozpadla. [12]

c) Penetrácia (prenikanie) kvapalín

Skúška sa prevádza podľa ČSN EN ISO 6530 (83 2731). Tato norma špecifikuje skúšobnú metódu pri merní indexu penetrácie, absorpcie a odpudivosti materiálu ochranných odevu proti kvapalným chemikáliám, predovšetkým chemikáliám s nízkou ťekavosťou.[12]

Pomocou skúšobnej metódy môžeme odhadnúť chovanie materiálu a jeho ochranné vlastnosti pre dva rôzne prípady jeho kontaktu s chemikálií:

- a) Za minimálneho tlaku, kde kvapalina pokrýva povrch a tvorí malé kvapôčky alebo kvapky.
- b) Kontaminácia maloobjemovým postrekom alebo nízkotlakovým postrekom, umožňujúci stanoviť čas, behom ktorého je nutné odev vyzliecť alebo podniknúť nejakú

činnosť k odstránení rizika zasiahnutia chemikáliou v prípade, že je kvapalina prítomná na povrchu odevu Taktiež v prípade, kedy je kvapalina na povrchu pod tlakom, ktorý je spôsobený pohybom nositeľa (ohýbaním kontaminovaných častí odevu v lakťoch, kolenách, ramennej oblasti) alebo dotykom s kontaminovanými povrchmi.[12]

Princíp skúšky:

- Odmeraný objem skúšobnej kvapaliny sa aplikuje vo forme prúdu alebo paprsku k povrchu materiálu odevu, ktorý je uložený v naklonenom žľabe.
- Odolnosť materiálu voči kvapaline stanovuje podiel kvapaliny, ktorá prienikla skúšobnou vzorkou, a ktorá bola odpuďená povrchom skúšobnej vzorky.

Výsledok skúšky:

- podľa príslušných vzorcov sa vypočítajú indexy penetrácie, odpudivosti a absorpcie.

Výpočet penetrácie:

$$I_p = \frac{M_p}{M_t} * 100[\%] \quad [12]$$

I_pindex penetrácie;

M_p ...hmotnosť skúšobnej kvapaliny [g] nahromadenej kombináciou filtračného papiera a fólie;

M_t .. hmotnosť skúšobnej kvapaliny [g] vytlačenej na skúšobnej vzorke.

Výpočet odpudivosti:

$$I_R = \frac{M_R}{M_t} * 100[\%] \quad [12]$$

I_Rindex odpudivosti;

M_R ...hmotnosť skúšobnej kvapaliny [g] zachytenej vo váženke.

Výpočet absorpcie:

$$I_A = \frac{M_A}{M_t} * 100[\%] \quad [12]$$

I_Aindex absorpcie;

M_A ..hmotnosť skúšobnej kvapaliny [g] absorbovanej skúšobným materiálom.

d) Penetrácia veľkými otvormi

Skúšobná metóda podľa ČSN EN 464 (83 2725) stanoví tesnosť plynotesných odevov - skúška vnútorným pretlakom.

Plynotesné protichemické odevy sú obliekané spoločne s vhodnými ochrannými prostriedkami dýchacích orgánov, za účelom izolácie tela užívateľa od okolitého prostredia. Hoci užívateľovi hrozí nebezpečenstvo z netesnosti smerom dovnútra, touto skúšobnou metódou sa stanoví unik vzduchu v smere von.

Plynotesný oblek je nafúknutý na definovaný tlak. Následne je stanoví unik vzduchu zaznamenaním tlaku zisteného po definovanom časovom úseku. Skúšobná metóda je schopná rozlíšiť veľmi malé poškodenia, napr. diery, praskliny alebo trhliny.[12],[24]

e) Odolnosť proti kvapalným chemikáliám/SPRAY test

ČSN EN ISO 17491-4 (83 2724) obsahuje skúšobne metódy pre odevy poskytujúce ochranu proti chemikáliám. Štvrtá časť tejto normy stanovuje odolnosť proti prenikaniu pri postreku kvapalinou (Spray test)

Skúška odolnosti chemikálii sa môže skúmať dvoma metódami:

Metoda A: skúša postreku pri nízkej úrovni intenzity postreku je vhodná pre odev, ktorý pokrýva celý povrch tela a predpokladá sa, že odev bude nosený pri riziku malého množstva postreku alebo náhodne rozstreknutým malým objemom kvapalných chemikálii.

Metoda B: skúška postreku pri vysokej úrovni intenzity postreku je vhodná pre odev s nepriepustnými spojeniami medzi časťami odevu. Predpokladá sa, že odev bude nosený pri riziku rozstriečnutia častíc kvapaliny.

Zloženie roztoku kvapaliny pre skúšku postrekom:

- voda o teplote 20 ± 2 °C,
- fluorescenčné alebo viditeľné farbivo rozpustné vo vode,
- povrchová aktívna látka,
- stabilizátor farbiva- ak je to potrebné (napr. kyselina citrónová).

Pripravenie roztoku kvapaliny :

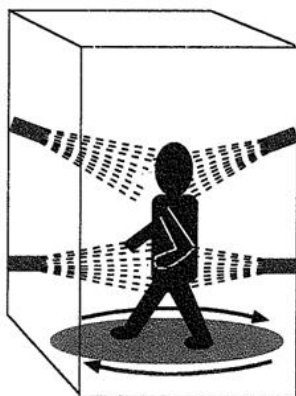
- Roztok kvapaliny sa pripraví rozpustením farbiva vo vode a pridaním povrchových aktívnych látok, ak je to potrebné pridá sa stabilizátor farbiva.

Parametre roztoku:

- Metoda A: povrchové napätie $(52 \pm 7,5) \times 10^3 \text{ N/m}$
- Metoda B: povrchové napätie $(30 \pm 5) \times 10^3 \text{ N/m}$

Princíp testovacej metódy:

- Prúd kvapaliny je namierený za kontrolovaných podmienok na protichemický odev, ktorý je oblečený na testovacom manekýne alebo človeku. Následnou prehliadkou vnútorného povrchu ochranného odevu a vonkajšieho povrchu absorpčného odevu, ktorý je oblečený pod nim môžeme identifikovať všetky miesta vnútorných netesností.
- Kontrola celého obleku sa prevádza aj pri sérii pohybov ako je lezenie po rebríku, plazenie po podlahe, atď. Potom vstúpi nositeľ do komory kde stojí na



Obrázok 16: Testovacia komora-
SPREY test[25]

rotujúcej plošine (plošina sa otočí o $360^\circ/\text{min}$) kde sa na ochranný odev strieka zo všetkých strán cca 4,5 litrov farebnej vody (obr.16). K dispozícii je 1 medzera medzi tryskov a skúšobným predmetom. Ak je penetrácia väčšia ako je trojnásobok kalibračnej škvrny čo je oblasť $2,0 \text{ cm}^2$ sa musí test opakovať. Opakovanie prebehne na troch testovacích odevoch a všetky tri testy musia prejsť. [12], [25]

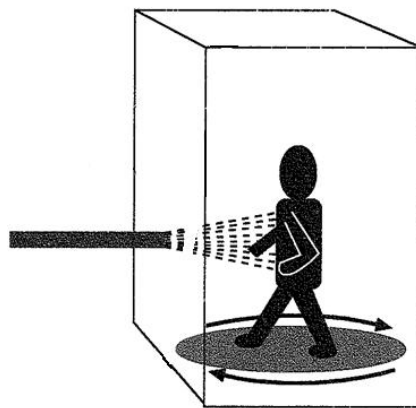
f) Odolnosť proti prúdu kvapalín/ JET test

ČSN EN ISO 17491-3 (83 2720) je skúšobná metóda pre odevy poskytujúce ochranu proti chemikáliám. Tretia časť tejto normy stanovuje odolnosti proti prenikaniu prúdu kvapaliny (JET test).

Odolnosť proti prúdu kvapaliny sa skúma iba metódou B, ktorá je uvedená v SPRAY teste za použitia roztoku kvapaliny povrchového napätia $(30 \pm 5) \times 10^3 \text{ N/m}$.

Princíp testovacej metódy:

- Princíp testovacej metódy je podobný ako princíp metódy SPRAY test s tým rozdielom, že v testovacej komore (obr.17) na odev nositeľa je zameraná séria krátkych prúdov vody o tlaku 3 bar. Kontrola skúšaného odevu rovnako ako u predchádzajúcej metódy. [12], [25]



Obrázok 17: Testovacia komora -JET test [25]

1.7.2.2 Antistatické vlastnosti protichemických ochranných odevov

Antistatické vlastnosti musia spĺňať predovšetkým odevy ktorým hrozí riziko výboja spôsobeného elektrizovateľným materiálom. Protichemické ochranné odevy s elektrostatickými vlastnosťami zaručujú ochranu proti zápalným výbojom. Tieto odevy sa používajú pri práci: vo výbušnom prostredí, vo vojenských skladoch, v elektrárňach, na čerpacích staniciach.

Skúšobnou metódou pre meranie vnútorného elektrostatického odporu materiálu ochranných odevov sa zaoberá ČSN EN 1149-2 (83 2845).

Podstata skúšky:

- Elektródy sú umiestnené na protiľahlé povrchy skúšobného materiálu. Na elektródy sa pripojí zdroj rovnakomerného napätia a zisťuje sa odpor pri prechode prúdu skúšobným materiálom.
- Výsledkom je vypočítaná stredná hodnota- priemer z piatich nameraných hodnôt vnútorného odporu [Ω].[12]

1.7.2.3 Nehorľavosť protichemických ochranných odevov

ČSN ISO 15025 (83 2750) špecifikuje metódu pre stanovenie vlastností pri obmedzenom šírení plameňa zvisle orientovaných textílií a priemyslových výrobkov vo forme jednoduchých alebo viaczožkových textílií (prevrstvených, prešívanych, viacvrstvových, laminovaných a podobných kombinácií), kedy sú vystavované, malému definovanému plameni.

Podstata skúšky:

- Definovaný plameň z horáka (25 mm resp. 40 mm) sa nechá pôsobiť 10 s na povrch alebo spodnú hranu skúšobnej vzorky, ktorá je orientovaná zvisle.

Vyjadrenie výsledkov:

- po skúške plameňom po dobu 10 s sa zaznamená:
 - o či plamenné horenie postúpi až k hrane alebo ku ktorejkoľvek z dvoch zvislých hrán skúšobného vzorku,
 - o doba dohorievania plameňa,
 - o výskyt odpadnutej časti,
 - o či odpadnutá časť zapáli filtračný papier,
 - o či sa objavia diery, ak áno, v ktorej časti,
 - o či sa dohorievanie plameňom rozšíri mimo oblasť plameňa (zhnednutá časť) alebo do nepoškodenej oblasti. [12], [23]

1.7.3 Odevný komfort

Odevným komfortom rozumieme súhrn všetkých vnemov a pocitov človeka pri nosení odevu. Odevný komfort má dve zložky. Prvou je funkčný komfort do ktorého zahrnujeme fyziologický, senzorický a patofyziologický komfort.

Druhou zložkou je komfort psychologický, ktorý vyjadruje individualitu zákazníka a závisí na kultúrnej a sociálnej úrovni. Túto zložku komfortu tvorí štýl, módnosť, pohodlnosť, farba a konštrukčné riešenie.

Pre protichemické ochranné odevy, ktoré majú predovšetkým slúžiť ako ochrana človeka pred nežiaducimi rizikami je potrebné, aby takýto odev spĺňal aj vlastnosti súvisiace s komfortom. V prvom rade fyziologický a senzorický komfort. [14] [28]

Senzorický komfort

- zahrnuje pocity a vnemy človeka pri priamom styku človeka s pokožkou. [28]

Fyziologický komfort

- je vnímaný zo strany nositeľa ako pohodlie (stav fyziologického komfortu).

Fyziologické vlastnosti majú veľký význam pre hodnotenie odevov z hygienického hľadiska a najmä z hľadiska komfortu. Tieto vlastnosti umožňujú regulovať odevné mikroklima, ktoré podmieňuje subjektívne pocity človeka, jeho náladu a pracovnú

schopnosť. Určujú či bude odev hrejivý alebo chladivý, či bude dobre odvádzať pot apod.. Medzi základné vlastnosti môžeme zaradiť: priepustnosť vodných pár, priepustnosť vzduchu, tepelný odpor [14]

Hodnotenie fyziologických vlastností protichemických ochranných odevov:

a) Priepustnosť vzduchu plošnou textíliou

Priepustnosť vzduchu plošnou textíliou zisťuje ČSN EN ISO 9237 (80 0817).

Podstata skúšky:

- Nastávanie vzduchu cez plochu skúšobnej textílie pri pôsobení rozdielneho barometrického tlaku z oboch strán.

Klimatizované vzorky a skúšobné podmienky:

- Pred skúškou sa vzorky klimatizujú a následná skúška sa prevádza v normálnom ovzduší pre skúšanie.
- Ovzdušie pre predklimatizovanie, klimatizovanie a skúšanie musí odpovedať požiadavkám ČSN EN ISO 139 (80 0056)

Doporučené skúšobné podmienky:

- skúšobná plocha: 20 cm²
- tlakový spád : 100 Pa pre odevné plošné textílie,
200 Pa pre technické plošné textílie.

Postup skúšky :

- Upnutie vzorky do držiaka s dostatočným napätím.
- Jednostranné povrstvené skúšobné vzorky sa upevnia povrstvenou stranou smerom k nižšiemu tlaku, aby sa zabránilo netesnostiam.
- Zapnutie sacieho ventilátora alebo iného zariadenia, ktoré nasáva vzduch cez skúšobnú vzorku.
- Prietok vzduchu sa postupne znižuje tak, aby vznikol požadovaný tlakový spád.
- Zaznamenanie prietoku vzduchu najmenej po 1 minúte alebo po dosiahnutí ustálených podmienok.
- Skúška sa opakuje min. 10x na rôznych miestach skúšobného vzorku. [12]

Výsledok skúšky:

- Vypočíta sa aritmetický priemer z jednotlivých meraní, variačný koeficient pri 95% konfidenčnom intervale.
- Vypočíta sa priedušnosť materiálu R [mm/s], pre textílie s voľnou väzbou a pre netkané textílie podľa nasledovného vzorca:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} * 0,167 [\text{mm} / \text{s}] \quad [12]$$

Askúšobná plocha [cm^2]

0,167...prepočítavací faktor z [dm^3/min] na [cm^2/s];

\bar{q}_v aritmetický priemer rýchlosti prietoku vzduchu v [dm^3/min] .

b) Priepustnosť vodných pár textílií

Priepustnosť vodných pár textílií je schopnosť plošnej textílie prepúšťať vlhkosť vo forme vodnej pary z priestoru uzavretého textíliou.

Prienik vodných pár závisí na pórovitosti textílie, povrchovej úprave, konštrukčnom riešení odevu, atd..[13]

1. Klasická metóda merania relatívnej priepustnosti vodných pár (ČSN 80 0855)

Klasická metóda je založená na princípe vysokej tenze vodných pár nad hladinou vody. Používa sa exsikátor, v ktorom je uložená nádoba s vodou. Nad hladinou vody je natiahnutá skúšobná textília. Tlakový spád vodných pár je zaistený tým, že na dne exsikátoru je umiestnený vysušený silikagel, ktorý absorbuje všetky vodné páry v prostredí. Parciálny tlak materiálu sa snaží vyrovnáť parciálnemu tlaku okolia a tým dochádza k prestupu vodných pár textíliou.

Účelom skúšky je kvantitatívne zistiť mieru schopnosti plošnej textílie klásť odpor prenikania vlhkosti z ovzdušia do silikagelu.

Množstvo vodných pár prejde za jednotku času textíliu sa vyjadruje zmenou hmotnosti [m] vody v nádobke pred a po skúške.[13]

$$M_v = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100[\%] \quad [13]$$

M_vmnožstvo vodných pár prejdejších plošnou textíliou [%];

m_1je množstvo vody v miske pred skúškou [g];

m_2je množstvo vody v miske po skúške [g].

2. Odolnosť voči vodným parám R_{et}

Odolnosť voči vodným parám R_{et} chápeme ako rozdiel tlaku pár medzi dvoma povrchmi materiálu delený výsledným výparným tepelným tokom na jednotku plochy [m^2] v smere gradientu.

ČSN EN 31092 (80 0819) stanoví metódu na meranie odolnosti proti vodným parám za ustálených podmienok.

Podstata skúšky:

- Elektrický vyhrievaná pórovitá platnička sa zakryje membránou, ktorá prepúšťa vodné páry, ale neprepúšťa vodu. Voda privádzaná k vyhrievanej platničke sa odparuje a prechádza membránou vo forme páry, takže skúšobná vzorka nepríde do styku s vodou. Pre skúšobnú vzorku umiestnenú na membráne je tepelný tok, potrebný na udržanie konštantnej teploty na platničke, mierou rýchlosti vyparovania vody a z toho sa stanoví odolnosť vzorky proti vodným parám.

Postup skúšky:

- Skúšobnú vzorku umiestniť tak, aby ležala plocho na meracej jednotke a strana, ktorá v praxi prikrýva ľudské telo, musí byť orientovaná k meracej jednotke.

Výsledok skúšky:

- Výsledná hodnota sa vypočíta ako aritmetický priemer jednotlivých merní.
- Výpočet odolnosti proti vodným parám:

$$R_{et} = \frac{(p_m - p_a) \cdot A}{H - \Delta H_e} - R_{et0} [m^2 \cdot Pa / W] \quad [12]$$

R_{et} ...odolnosť proti vodným parám [$m^2 \cdot Pa / W$];

p_aparciálny tlak vodných pár vo vzduchu [Pa] v skúšobnom priestore pri teplote T_a ;
 p_mrovnovážny parciálny tlak vodných pár [Pa] na povrchu meracej jednotky pri teplote T_m ;
 Aplocha meracej jednotky v $[m^2]$;
 Hvyhrievací príkon dodávaný meracej jednotke [W];
 ΔH_e ...korekčný člen pre vyhrievací príkon pri meraní odolnosti proti vodným parám R_{et} ;
 R_{et0} ...konštanta prístroja $[m^2 \cdot Pa/W]$ na meranie odolnosti proti vodným parám R_{et} .

Konštanta R_{et0} je určená ako hodnota nezakrytej platničky. Horný povrch meracej dosky je v jednej rovine s meracím stolom. Pre stanovenie R_{et0} sa nastaví teplota meracej jednoty T_m na 35°C, teplota vzduchu T_a na 20°C a relatívna vlhkosť vzduchu na 65 %. Rýchlosť vzduchu sa nastaví na 1 m/s. Všetky veličiny sa musia ustáliť.

$$R_{et0} = \frac{(T_m - T_a) \cdot A}{H - \Delta H_e} [m^2 \cdot Pa/W] \quad [12]$$

R_{et0} ...konstatnta prístroja $[m^2 \cdot Pa/W]$ na meranie odolnosti proti vodným parám R_{et} ;
 T_mteplota meracej jednotky [°C];
 T_ateplota vzduchu [°C];
 Aplocha meracej jednotky $[m^2]$;
 Hvyhrievací príkon dodávaný meracej jednotke [W];
 ΔH_e ...korekčný člen pre vyhrievací príkon pri meraní odolnosti proti vodným parám R_{et} .

c) Tepelná odolnosť

Tepelná odolnosť R_{et} $[m^2 \cdot K/W]$ je rozdiel teplôt medzi dvoma povrchmi materiálu delený výsledným tepelným tokom na jednotku plochy v smere gradientu. Je to vlastnosť špecifická pre textilné materiály alebo vrstvené materiály, tepelná odolnosť určuje tok suchého tepla danou plochou, ktorý zodpovedá ustálenému gradientu tepla.

ČSN EN 31092 (80 0819) stanoví metódu na meranie tepelnej odolnosti pri ustálených podmienkach.

Podstata skúšky:

- Skúšobná vzorka sa umiestni na elektricky vyhrievanú platničku a klimatizovaný vzduch prejde cez a paralelne s jeho povrchom.

- Tepelná odolnosť medznej vzduchovej vrstvy nad povrchom skúšobného zariadenia sa odpočíta od tepelnej odolnosti skúšobnej vzorky a medznej vzduchovej vrstvy nad ňou. Obe sa merajú za rovnakých podmienok.

Postup skúšky:

- Skúšobnú vzorku umiestniť tak, aby ležala plocho na meracej jednotke a strana, ktorá v praxi prikrýva ľudské telo, musí byť orientovaná k meracej jednotke.

Výsledok skúšky:

- Výsledná hodnota sa vypočíta ako aritmetický priemer jednotlivých merní.

Výpočet tepelnej odolnosti:

$$R_{et} = \frac{(T_m - T_a) \cdot A}{H - \Delta H_e} - R_{et0} [m^2 \cdot K / W] \quad [12]$$

R_{et} ...odolnosť proti vodným parám [$m^2 \cdot K/W$];

T_mteplota meracej jednotky;

T_ateplota vzduchu;

Aplocha meracej jednotky v m^2 ;

Hvyhrievací príkon dodávaný meracej jednotke [W];

ΔH_e ...korekčný člen pre vyhrievací príkon pri meraní odolnosti proti vodným parám R_{et} ;

R_{et0} ...konštanta prístroja [$m^2 \cdot Pa/W$] na meranie odolnosti proti vodným parám R_{et} .

Konštanta prístroja R_{et} sa stanoví za rovnakých podmienok ako to bolo u meraní odolnosti voči vodným parám s rozdielom výslednej jednoty, ktorá bude: $m^2 \cdot K/W$

2 Experimentálna časť

Cieľom experimentálnej časti bolo navrhnutie a zrealizovanie experimentu pre vybrané profesijné odevy. V tomto prípade sa jedná o protichemické ochranné odevy, ktoré boli podrobnejšie popísané v teoretickej časti tejto práce. Skúšky boli zvolené na základe vlastností, ktoré by mali protichemické ochranné odevy spĺňať. Po prevedení skúšok bolo prevedené vyhodnotenie a porovnanie odevov medzi sebou. Na záver celkového vyhodnotenia je stanovený najlepší odev z materiálu so záterom a z materiálu bez záteru .

2.1 Charakteristika použitých materiálov na experiment

Pre hodnotenie ochranných vlastností bolo v experimente použito šesť druhov materiálov z jednorazových ochranných kombinéz od rôznych výrobcov ako napríklad Dailys Limited, DuPont, NTS Rudolf Šedivý, Asatex, Color Expert, Spokar.

Tieto odevy chránia pri maliarskych, lakyrníckych, maliarskych, upratovacích, renovovačných prácach a ďalších činnostiach, kde je potrebná ochrana človeka.

Testované materiály sú rozdelené do dvoch skupín. Prvú skupinu tvoria materiály so záterom lícnej strany a patria sem materiály 1, 2, 3. Druhou skupinou sú materiály bez záteru. Do tejto materiálovej skupiny spadajú materiály 4, 5, 6. Materiály oboch skupín sú vyrobené zo 100% netkaného polypropylénu.

2.2 Prehľad ochranných odev a materiálov použitých na experiment

Macrobond 5,6 – materiál 1

Výrobca: Dailys Limited

Typ odevu: 5, 6 (vid'. kapitola 1.4.3)

Plošná hmotnosť: 65 [g/m²]

Popis kombinézy: vid. príloha č.1

Cena: 4,70 € [29]



[29]

Tyvek Pro.Tech ® Classic Plus - materiál 2

Výrobca: DuPont

Typ odevu: 4, 5, 6 (viď. kapitola 1.4.3)

Plošná hmotnosť: 44 [g/m²]

Popis kombinézy: vid. príloha č.1

Cena: 8,80 € [30]



[30]

Tyvek Tonet - materiál 3

Výrobca: NTS Rudolf Šedivý

Typ odevu: 5, 6 (viď. kapitola 1.4.3)

Plošná hmotnosť: 43 [g/m²]

Popis kombinézy: vid. príloha č.1

Cena: 7,10 € [31]



[31]

Ochranný overal ASATEX – materiál 4

Výrobca: Asatex

Typ odevu: 5, 6 (viď. kapitola 1.4.3)

Plošná hmotnosť: 41 [g/m²]

Popis kombinézy: vid. príloha č.1

Cena: 2,40 € [35]



[36]

Kombinéza maliarska COLOR EXPERT – materiál 5

Výrobca: Color Expert

Typ odevu: 5, 6 (viď. kapitola 1.4.3)

Plošná hmotnosť: 32 [g/m²]

Popis kombinézy: vid. príloha č.1 [4]

Cena: 1,40 € [32]



[36]

Ochranná kombinéza Spokar- materiál 6

Výrobca: Spokar

Typ odevu: 5, 6 (viď. kapitola 1.4.3)

Plošná hmotnosť: 37 [g/m²]

Popis kombinézy: vid. príloha č.1

Cena: 1,60 € [33]



[33]

2.3 Testované vlastnosti ochranných protichemických odevov

Medzi najdôležitejšie vlastnosti ochranných odevov patri ochranné vlastnosti. Tie by mali človeka ochrániť od nežiaducich a hlavne nebezpečných účinkov prostredia.

Aj keď tieto odevy sú jednorazové mali by spĺňať trvanlivostné vlastnosti. Odev by mal vydržať aspoň pri jednej pracovnej činnosti, kedy je tento odev rôzne namáhaný a môže dôjsť k jeho poškodeniu. Poškodenie ochranného odevu by nespĺňalo ochranné vlastnosti a človek by mohol byť ohrozený.

Vlastnosti súvisiace s komfortom patria medzi vedľajšie vlastnosti odevu, no sú taktiež dôležité, lebo ovplyvňujú činnosť nositeľa. Človek by sa mal v takomto odeve cítiť prijeme, aby mohol podať čo najlepšie výkony pri práci.

Technicky ústav zkušebníctvi v Brne u ochranných odevov prevádza skúšky ako pevnosť a ťažnosť, pevnosť metódou grab, pevnosť v ďalšom trhaní, pevnosť švu, pevnosť nití vo šve, pevnosť spoja povrstvených tkanín, odolnosť v odere, priedušnosť, odolnosť proti prenikaniu vody, prepichnutie ostrými predmetmi, horľavosť, elektrostatické vlastností. V tejto práci pre experiment boli zvolené nasledovné skúšky:

1. Testovanie ochranných vlastností:

A: Priepustnosť vody (Spray Test)

B: Priepustnosť vzduchu- ochrana proti vetru (SDL M021S)

2. Testovanie vlastností súvisiacich s komfortom:

C: Priepustnosť vzduchu - komfort (SDL M021S)

D: Priepustnosť vodných pár (Permetest)

3. Testovanie trvanlivostných vlastností:

E: Odolnosť proti oderu (Martindale)

F: Pevnosť a ťažnosť materiálu v ploche (Labtest)

A: Meranie priepustnosti vody Spray Test

Priepustnosť vody patrí medzi ochrannú vlastnosť. Experiment je prevádzaný na prístroji M232 (viď. obr. 18) metódou Spray Test. Je to jednoduchý a lacný spôsob zisťovania odolnosti textílii proti zamáčaniu. Z nameraných stupňov etalonu sa vypočítajú priemerné hodnoty a výsledky sa zaokrúhľia na celé čísla. Všetky stupne etalonov a štatistické hodnoty sú uvedené v prílohe č.2



Obrázok 18: Prístroj M232 [34]

Príprava vzoriek

Vzorky musia byť pred odberom klimatizované podľa ČSN EN ISO 139 (80 0056) a nesmú byť poškodené.

Počet vzoriek: 5

Veľkosť vzoriek: 20x 20cm

Podmienky merania

Skúška prebieha v klimatizovanej miestnosti.

Teplota okolia: 22°C

Relatívna vlhkosť: 65%

Postup merania

Skúšobné vzorky upevniť do držiaku, ktorý je naklonený pod 45° uhlom čo zabraňuje rozptýleniu prúdu vody.

Do lievika s kovovou tryskou naliať 250 ml destilovanej vody.

Po pretečení celého objemu vody skúšanú textíliu oklepať a zaradiť podľa etalonov do skupiny od 1-5.

- 5 bez zmáčania hornej plochy,
- 4 nepatrné zmáčanie hornej plochy,
- 3 zmáčanie hornej plochy v spray bodoch,
- 2 čiastočné navlhčenie celej hornej plochy,
- 1 úplné zmáčanie celej hornej plochy. [12]

Vyhodnotenie výsledkov

V skúške odolnosti materiálu voči vode metódou Spray test najlepšie obstáli materiály 1 a 2 z prvej skupiny. Kvapky vody sa držali na povrchu, ale vďaka záteru na líčnej strane sa povrch nezmáčal a voda neprenikla na rubnú stranu. Materiál 3 ma síce záter, ale kvôli jeho pórovitému povrchu voda prenikla na rubnú stranu a nastalo nepatrne zmáčanie hornej plochy. (viď. tab. 2)

Tabuľka 2: Výsledky porovnania s etalonom			
		Stupeň etalonu	Slovné hodnotenie podľa etalonu
Skupina 1	Materiál 1	5	Bez zmáčania materiálu
	Materiál 2	5	Bez zmáčania materiálu
	Materiál 3	4	Nepatrné zmáčania hornej plochy
Skupina 2	Materiál 4	5	Nepatrné zmáčania hornej plochy
	Materiál 5	2	Čiastočne navlhčenie celej plochy
	Materiál 6	4	Nepatrné zmáčania hornej plochy

Druhú skupinu tvoria materiály bez záteru. Bolo predpokladané, že tieto materiály nebudú až tak odolné voči vode ako to bolo u materiálov z prvej materiálovej skupiny. Opak bol pravdou. Až na materiál 5, ktorý v skúške na odolnosť materiálu voči vode obstál najhoršie. Voda prenikla materiálom a povrch bol čiastočne navlhčený na celej ploche skúšobnej vzorky. Keďže materiály z tejto skupiny sú vyrobené rovnakou technológiou môžeme predpokladať, že preniknutie vody cez materiál bolo zapríčinené nerovnomerným nánosom vlákenej vrstvy a minimálnym množstvom vlákien na ploche materiálu v porovnaní s ostatnými skúšobnými materiálmi. Štruktúru i hustejší a rovnomernejší nános vlákien materiálu 4 môžeme považovať za príčiny, ktoré

zabránili zmáčaniu plochy materiálu a preniknutiu vody cez materiál. Materiál 6 vyzerá takmer rovnako ako materiál 4 s tým rozdielom, že materiál 6 je o necelých 10% ľahší a má nerovnomernejší nános vláknej vrstvy, a preto došlo u tohto materiálu k minimálnemu zmáčaniu povrchu a prieniku vody na rubnú stranu. (viď. tab. 1)

B: a C: Meranie priepustnosti vzduchu

Meranie priepustnosti vzduchu je prevádzané na prístroji SDL M021S (viď. obr.19) podľa ČSN EN ISO 9237 (80 0817).

Skúška pozostáva z dvoch experimentov, ktoré sú prevádzané za rovnakých podmienok a to sa týka ja tlakového spád, ktorý je definovaný pre každú materiálovú skupinu zvlášť. Oba experimenty sa od seba líšia pokladaním skúšobných vzoriek do kruhového držiaka prístroja (viď. postup merania). Prvý experiment hodnotí ochranu človeka proti vetru, teda ochrannú vlastnosť. V druhom experimente je hodnotený komfort čiže priepustnosť vzduchu od človeka do okolitého prostredia.

V tomto experimente sú všetky hodnoty zaokrúhlené na jedno desatiny miesto. V tabuľkách 2 a 3 sú uvedené len priemerné hodnoty a priedušnosť materiálu, vypočítané z nameraných hodnôt, ktoré sú uvedené v prílohe č.2 s príslušnými štatistickými hodnotami.



Obrázok 19: SDL M021S [36]

Príprava vzoriek

Vzorky musia byť pred odberom klimatizované podľa ISO 139 a nesmú byť poškodené.

Počet vzoriek: 10

Veľkosť vzoriek: 20 cm²

Podmienky merania

Skúška prebieha v klimatizovanej miestnosti.

Teplota okolia: 22°C

Relatívna vlhkosť: 65%

Tlakový spád pre prvú skupinu materiálov: 50 [Pa] (prvá materiálová skupina)

Tlakový spád pre druhú skupinu materiálov: 3 [Pa].(druhá materiálová skupina)

Postup merania

- Skúšobnú vzorku upnúť do kruhového držiaka LS hore pre meranie priepustnosti vzduchu z prostredia k nositeli. Pre meranie priepustnosti vzduchu od nositeľa k okolitému prostrediu vzorku pokladať LS dole.
- Nastaviť ventil podľa určeného tlakového spádu, ktorý sme si zvolili pre daný materiál.
- Pre nasávanie vzduchu cez materiál je potrebné šľapnúť na pedál nasávacieho zariadenia.
- Odčítať hodnotu prietoku vzduchu [ml.s⁻¹] na príslušnom prietokomeru podľa plaváku.

Výpočet a vyjadrenie výsledkov

Z jednotlivých meraní sa vypočíta aritmetický priemer a priedušnosť R [mm.s⁻¹].

Vzťah pre výpočet aritmetického priemeru:

$$\bar{q}_v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_v [\text{ml.s}^{-1}] \quad [12]$$

\bar{q}_v ...aritmetický priemer rýchlosti prietoku vzduchu v [ml.s⁻¹];

n.....počet meraní;

Σ.....suma nemeraných hodnôt;

q_vrýchlosť prietoku vzduchu v [ml.s⁻¹].

Vzťah pre výpočet priedušnosti materiálu:

$$R = \frac{\bar{q}_v}{A} * 10 [\text{mm.s}^{-1}] \quad [12]$$

R.....priedušnosť vzduchu [mm.s⁻¹];

\bar{q}_v ...aritmetický priemer rýchlosti prietoku vzduchu [ml.s⁻¹];

A.....skúšobná plocha textílie [cm²];

10....prepočítavací faktor z [ml.s⁻¹.cm⁻²] na [ml.s⁻¹].

Vyhodnotenie výsledkov – ochrana proti vetru

Materiál 1 z prvej materiálovej skupiny je vyrobený technológiou SB a na svojom povrchu má polyuretanový záter, ktorý dostatočne zabráni proti prenikaniu vzduchu smerom k nositeľovi. Materiál 2 má jemnejší záter ako materiál 1 a preto je o 50% priepustnejší v porovnaní s materiálom 1, ale stále odolný proti vetru s porovnaním s materiálom 3. Druhý a tretí materiál sú SMS materiály a ich plošná hmotnosť je takmer rovnaká. Rozdielne sú v tom, že materiál 3 je okrem kalandrovania aj prepichovaný, čiže na povrchu sú viditeľné póry a to je hlavnou príčinou, kvôli ktorej je materiál 3 o vyše 99% menej odolnejší proti vetru ako materiál 2. (vid'. tab. 3)

Tabuľka 3: Výsledky odolnosti materiálu proti vetru				
		P[Pa]	øqv[ml.s ⁻¹]	R[mm.s ⁻¹]
Skupina 1	Materiál 1	50	0.3	0.2
	Materiál 2	50	0.8	0.4
	Materiál 3	50	160	80
Skupina 2	Materiál 4	3	38	19
	Materiál 5	3	243.5	121.8
	Materiál 6	3	68.1	34.1

V druhej materiálovej skupine sú materiály vyrobené rovnakým spôsobom, ale ich ochrana proti vetru je odlišná. Materiál 4 je od materiálu 6 odolnejší o necelú polovicu a od materiálu 5 je šesťkrát odolnejší. Tento rozdiel je spôsobený rovnomernejším nánosom vlákenej vrstvy u materiálu 4 a taktiež plošnou hmotnosťou materiálu (vid'. kapitola 2.2). Najmenej odolnejší je materiál 5, ktorého hmotnosť je najmenšia v porovnaní s ostatnými materiálmi a nános vlákenej vrstvy je nerovnomerný. Môžeme to považovať za hlavnú príčinu, kvôli ktorej materiál 5 neochráni človeka proti vetru. (vid'. tab. 3)

Vyhodnotenie výsledkov - prienik vzduchu od človeka do okolitého prostredia

Tento experiment testuje materiály pre komfort človeka a preto hodnoty by mali byť čo najvyššie. V prvom experimente to bolo opačne.

Z prvej materiálovej skupiny má najlepšiu priepustnosť vzduchu materiál 3. Tento materiál je o 99% priedušnejší ako materiál 2. Je to zapríčinené pórovitosťou materiálu 3, ktorý okrem kalandrovania je prepichovaný. U materiálu 1 pri nastavenom tlakovom spáde 50 [Pa] nebolo možné odčítať hodnotu objemu prietoku vzduchu z prietokomeru. To značí, že materiál 1 neprepúšťa vzduch od človeka do okolitého prostredia.

V druhej materiálovej skupiny sú najviditeľnejšie rozdiely. Je to zapríčinené nánosom vlákenej vrstvy, ktorý je u materiálov v tejto skupine rozdielny. Materiál 5 má nerovnomerný nános vlákenej vrstvy a preto je materiál 5 z tejto skupiny najviac priedušnejší. V porovnaní s materiálom 6 materiál 5 prepúšťa trikrát viac vzduchu a v porovnaní s materiálom 4 je materiál 5 päťnásobne viac priedušnejší. Materiál 6 je v porovnaní s materiálom 4 o 42% viac priedušnejší, môžeme predpokladať, že je to spôsobené rozložením vlákenej vrstvy a plošnou hmotnosťou týchto materiálov. (viď. tab. 4)

Tabuľka 4: Výsledky meranie priedušnosti materiálov				
		P[Pa]	$\sigma_{qv}[ml.s^{-1}]$	R[mm.s ⁻¹]
Skupina 1	Materiál 1	50		
	Materiál 2	50	0.8	0.4
	Materiál 3	50	157.3	78.7
Skupina 2	Materiál 4	3	38.7	19.4
	Materiál 5	3	211.8	105.9
	Materiál 6	3	67.6	33.8

D: Meranie priepustnosť vodných pár

Priepustnosť vodných pár je definovaná na základe rozdielných parciálnych tlakov na oboch stranách plošnej textílie.

Meranie priepustnosti vodných pár je prevádzané na prístroji PERMETEST (viď. obr. 20 a 21) , podľa normy ČSN EN 24920 (80 0827).

Namerané hodnoty a štatistika sú uvedené v prílohe č. 2. Pre túto skúšku bolo potrebné vypočítať priepustnosť vodných pár a priemernú priepustnosť vodných pár, ktorá je uvedená v tab. č.4.



Obrázok 20: Permetest [36]



Obrázok 21: Zapisovač výsledkov [36]

Príprava vzoriek

Vzorky musia byť pred odberom klimatizované podľa ČSN EN ISO 139 (80 0056) a nesmú byť poškodené.

Počet vzoriek: 5

Veľkosť vzoriek: 12x12cm

Princíp prístroja

Prístroj PERMETEST vedie vodnú paru skúšobnou textíliou za podmienok najbližších skutočným podmienkam pri nosení odevu vyrobeného zo skúšobnej textílie.

Podmienky merania

Skúška prebieha v klimatizovanej miestnosti.

Teplota okolia: 22°C

Relatívna vlhkosť: 65%

Postup merania

Skúšobné vzorky umiestniť tak, aby ležali plocho na meracej jednotke a strana, ktorá v praxi prikrýva ľudské telo, musí byť orientovaná k meracej jednotke. Pomocou zapisovača odčítať maximálnu hodnotu na meritku zapisovača p_1 [cm]. [12]

Výpočet a vyjadrenie výsledkov

Z nameraných hodnôt vypočítame priepustnosť vodných pár a priemernú relatívnu priepustnosť vodných pár.

Vzťah pre výpočet priepustnosti vodných pár:

$$p_i = \frac{p_1}{p_0} * 100[\%] \quad [12]$$

p_0max. ustálená hodnota priepustnosti pred vložením vzorky do prístroja [cm];

p_1max. ustálená hodnota priepustnosti po vložení vzorky do prístroja [cm].

Vzťah pre výpočet priemernej relatívnej priepustnosti vodných pár:

$$\bar{p} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n p_i [\%] \quad [12]$$

npočet meraní;

p_irelatívna priepustnosť vodných pár [%].

Σsuma relatívnych priepustností vodných pár [%]

Vyhodnotenie výsledkov

Hodnoty priepustnosti vodných pár sú v prvej materiálovej skupine rozdielne je to zapríčinené najmä odlišným záterom na lícnej strane materiálu. Materiál 3 má najlepšiu priepustnosť vodných pár z prvej materiálovej skupiny. Priepustnosť materiálu 3 sa od materiálu 1 líši o 4% a od materiálu 2 sa líši o 8%. Môžeme konštatovať, že príčiny priepustnosti sú rovnaké ako to bolo v predchádzajúcich skúškach, čiže odlišným záterom a pórovitosťou materiálu.

V druhej skupine materiálov materiál 6 je o 2% priepustnejší ako materiál 4. teda môžeme konštatovať, že priepustnosť týchto materiálov je rovnaká. Výrazne odlišný je materiál 5, ktorý sa od ostatných materiálov tejto skupiny líši o necelých 14%. Tento materiál je najviac vyhovujúci, z tejto materiálovej skupiny. Je to zapríčinené nerovnomerným nanosom vlákenej vrstvy a plošnou hmotnosťou materiálu.(viď. tab. 5)

Tabuľka 5: Výsledky merania priepustnosti vodných pár		
		p [%]
Skupina 1	Materiál 1	6.4
	Materiál 2	11.3
	Materiál 3	15.6
Skupina 2	Materiál 4	27.2
	Materiál 5	41.9
	Materiál 6	29.6

E: Odolnosť plošnej textilie pri odere

Skúška odolnosti plošnej textilie je prevádzaná na prístroji Martindale (viď. obr. 22) metódou MARTINDALE podľa ČSN EN ISO 12947-2 (80 0846). [12]

Tato skúška hodnotí dva prípady merania odolnosti voči oderu. Prvým prípadom je testovanie odolnosti materiálu voči oderu o normovanú textíliu. Druhým prípadom je skúšanie odolnosti materiálu voči oderu o ten istý materiál.

Namerané hodnoty a štatistika sú uvedené v prílohe č. 2.



Obrázok 22: Prístroj Martindale [34]

Príprava vzoriek

Vzorky musia byť pred odberom klimatizované podľa ČSN EN ISO 139 (80 0056) a nesmú byť poškodené.

Počet vzoriek: 4

Veľkosť vzoriek: \varnothing 3,8 cm

Podmienky merania

Skúška prebieha v klimatizovanej miestnosti.

Teplota okolia: 22°C

Relatívna vlhkosť: 65%

Postup merania

- Do spodných pevných držiakov upnúť normovanú vlnenú tkaninu, pre druhý prípad skúšania odolnosti materiálu ten istý (vlastný) materiál.
- Skúšobnú vzorku upnúť do držiakov pre odierané vzorky a zaťažiť závažím o prítlaku 12 kPa .
- Nastaviť zvolený počet otáčok.
- Prístroj uviesť do chodu.
- Po dosiahnutí zvoleného počtu otáčok prístroj zastaviť a vzorky ohodnotiť. Ak nenastane žiadna zmena je potrebné v skúške pokračovať, až kým nenastane zmena odieraného materiálu, ktorý je potrebné kontrolovať podľa etalonov.

Výsledky hodnotenia odolnosti materiálu voči oderu

Vzorky boli kontrolované po menších počtoch otáčok. Sledovalo sa poškodenie materiálu, pri ktorom by sa ochranný odev už nemal používať. Pri skúške bola kontrolovaná aj hmotnosť skúšobných vzoriek, ktorá sa nepatrne zvýšila (na skúšané materiály sa začali prichytávať vlákna z normovanej vlnenej textílie, v druhom prípade z tej istej textílie).

V prvom prípade je znázornená tabuľka s obrázkami poškodenia. V druhom prípade sa táto tabuľka už neuvádza vzhľadom k tomu, že poškodenie materiálov bolo takmer rovnaké s tým rozdielom, že k poškodeniu rovnakých materiálov nastalo pri iných otáčkach. Výsledky sa v oboch prípadoch od seba líšili. Pri odere materiálu o ten istý materiál, skúšaný materiál v porovnaní s oderom o normovanú textíliu vydrží podstatne vyšší počet otáčok.

1. Prípad: Vyhodnotenie odolnosti voči oderu o normovanú textíliu

Prvá skupina materiálov:

V skúške odolnosti skúšobného materiálu v odere o normovanú textíliu má najlepšie výsledky materiál 1. Na jeho povrchu bolo najprv vidieť zvýraznenú štruktúru

a neskôr povrch nadobúdala lesk. Až po 2300 otáčkach bol testovaný materiál minimálne poškodený. Materiály 2 a 3 vydržali o 63 % menší počet otáčok ako materiál 1.

Poškodenie záteru u materiálu 2 nastalo po 80 otáčkach a po 850 otáčkach sa materiál stal nevyhovujúcim pre ďalšie použitie. Materiál 3 bol z tejto skupiny najmenej odolnejší. Jeho ochranný záter je pórovitý, a preto k rozvlákneniu a samotnému poškodeniu materiálu došlo podstatne skôr. (viď. tab. 6 a 7)




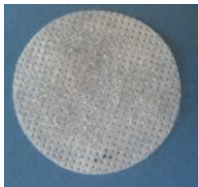
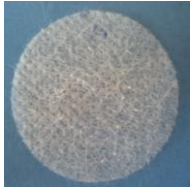

Tabuľka 6: Výsledné hodnoty oderu na normovanú textíliu sú uvedené v otáčkach				
		Porušenie záteru	Rozvláknenie	Nevyhovujúci materiál
Skupina 1	Materiál 1	2300		
	Materiál 2	80	100	850
	Materiál 3	50	100	150

Tabuľka 7: Ukážka poškodených materiálov			
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3
Rozvláknenie	Bez rozvláknenia		
Poškodenie			

Druhá skupina materiálov:

Materiály z druhej testovacej skupiny vydržali menší počet otáčok ako materiály z prvej materiálovej skupiny. Tieto materiály sú bez záteru a k poškodeniu materiálu nastalo podstatne rýchlejšie. Až na jeden prípad, kedy u materiálu 5 z druhej skupiny došlo poškodeniu za rovnakých otáčok ako u materiálu 3 z prvej skupiny. Môžeme teda konštatovať, že tieto materiály, vydržia rovnaké opotrebenie, aj keď ich nános vlakennej vrstvy a spôsob výroby je odlišný. Materiál 4 je z tejto materiálovej skupiny je najmenej vyhovujúci. K poškodeniu materiálu došlo po 30 otáčkach. Teda vydržal o jednu pätinu menej otáčok ako materiál 5. Materiál 6 sa poškodil o jednu tretinu otáčok skôr ako materiál 5. (viď. tab. 8 a 9)

Tabuľka 8: Výsledné hodnoty oderu na normovanú textíliu sú uvedené v otáčkach			
		Rozvláknenie	Nevyhovujúci materiál
Skupina 2	Materiál 4	15	30
	Materiál 5	50	150
	Materiál 6	30	100

Tabuľka 9: Ukážka poškodených materiálov			
	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
Rozvláknenie			
Poškodenie			

2. Prípady: Vyhodnotenie odolnosti voči oderu o ten istý materiál

Prvá skupina materiálov

Povrch testovaného materiálu 1 sa pri tejto skúške začal najprv pomaly zbrusovať až nadobudol matný lesk. K porušeniu povrchovej vrstvy nastalo až pri 7000 otáčkach. Porušenie záteru u materiálu 3 došlo o 33% menej otáčok ako u materiálu 2, ale k celkovému poškodeniu došlo za rovnakých otáčok. (viď. tab. 10)

Tabuľka 10: Výsledné hodnoty oderu na vlastnú textíliu sú uvádzané v otáčkach				
		Porušenie záteru	Rozvláknenie	Nevyhovujúci materiál
Skupina 1	Materiál 1	7000		
	Materiál 2	150	300	7000
	Materiál 3	100	200	7000

Druhá skupina materiálov

Z tejto materiálovej skupine bol najviac odolný materiál 4, ktorý sa síce začal rozvlákňovať skôr ako materiál 6, ale k samotnému poškodeniu došlo po 300 otáčkach. Materiál 6 vydržal o dve tretiny menší počet otáčok ako materiál 4. Najmenej odolným materiálom bol materiál 5, u ktorého pri 100 otáčkach došlo k poškodeniu a materiál sa stal nevyhovujúcim pre ďalšie použitie. (viď. tab. 11)

Tabuľka 11: Výsledné hodnoty oderu na vlastnú textíliu sú uvedené v otáčkach			
		Rozvláknenie	Nevyhovujúci materiál
Skupina 2	Materiál 4	20	300
	Materiál 5	10	100
	Materiál 6	30	200

F: Pevnosť materiálu po osnove

Pre zisťovanie pevnosti je pomerne veľa skúšok, ktorými by sa dalo zaoberať v samostatnej práci. Pre túto bakalársku prácu bola zvolená pevnosť materiálu po osnove ako orientačná vlastnosť pre zistenie najkvalitnejšieho odevu.

Meranie pevnosti materiálu po osnove je prevádzane na prístroj Labtest 2.05 (viď. obr.6). Celý prístroj je ovládaný pomocou počítača s programom Labtest, kde sa zaznamenávajú výsledky merania.

Výsledné hodnoty všetkých meraní a štatistické hodnoty sú uvedené v prílohe č. 2.



Obrázok 23: Lab test-trhačka [36]

Príprava vzoriek

Vzorky musia byť pred odberom klimatizované podľa ČSN EN ISO 139 (80 0056) a nesmú byť poškodené.

Počet vzoriek: 5

Veľkosť vzoriek: 50x 300cm

Podmienky merania

Skúška prebieha v klimatizovanej miestnosti.

Teplota okolia: 22°C

Relatívna vlhkosť: 65%

Upínacia dĺžka: 200 mm

Rýchlosť posuvu materiálu: 100 mm/min

Predpätie skúšaného materiálu: 2 N

Výpočet a vyjadrenie výsledkov

Z nameraných hodnôt vypočítame ťažnosť materiálu [%].

Vzťah pre výpočet ťažnosti

$$T = \frac{l}{l_e} * 100[\%] \quad [12]$$

T.....ťažnosť materiálu [%];

l.....predĺženie [mm];

l₀.....upínacia dĺžka [mm].

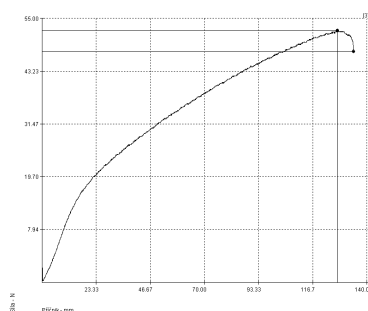
Vyhodnotenie výsledkov

Pri vyhodnocovaní pevnosti materiálu v prvej materiálovej skupine materiál 2 a 3 mali najväčšiu pevnosť. Tieto dva materiály sa od seba líšia len o 5%, teda môžeme ich považovať za rovnako pevné. Ťažnosť týchto materiálov je rozdielna. Materiál 2 je o polovicu ťažnejší ako materiál 3, je to zapríčinené rozdielným záterom na lícnej strane materiálu. Materiál 1, ktorý mal u všetkých predchádzajúcich experimentov najlepšie výsledky, bol pri testovaní pevnosti z prvej materiálovej skupiny najmenej pevný a ťažnosť tohto materiálu bola najvyššia.

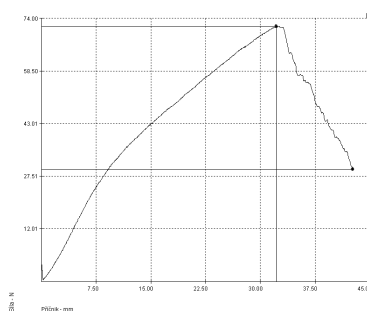
V druhej materiálovej skupine mal najmenšiu pevnosť materiál 5, čo sa vzdĺadom k jeho štruktúre dalo predpokladať. O polovicu pevnejší bol materiál 4, ktorý

sa svojím rozložením vlákien podoba materiálu 6. Materiál 6 bol z tejto materiálovej skupiny najpevnejší a zároveň mal najmenšiu ťažnosť. (viď. tab. 12)

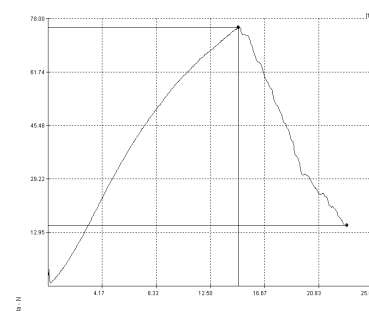
Tabuľka 12: Pevnosť, predĺženie a ťažnosť materiálu				
		Pevnosť [N]	Predĺženie [mm]	Ťažnosť [%]
Skupina 1	Materiál 1	49.9	123.2	61.6
	Materiál 2	72.6	32.1	16.1
	Materiál 3	76.7	17.4	8.7
Skupina 2	Materiál 4	45.5	142.3	71.1
	Materiál 5	23.2	232.6	116.3
	Materiál 6	104.4	128.3	64.1



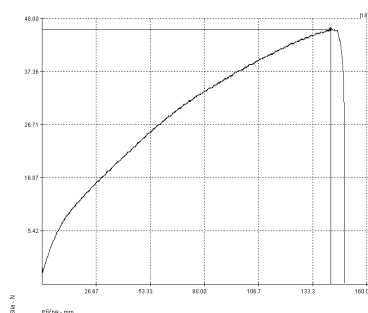
Obrázok 24: Materiál 1



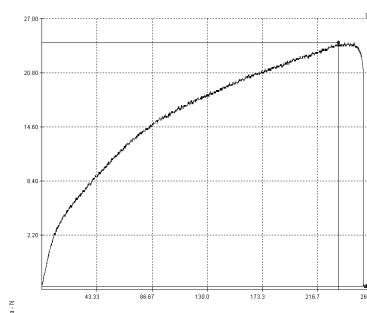
Obrázok 25: Materiál 2



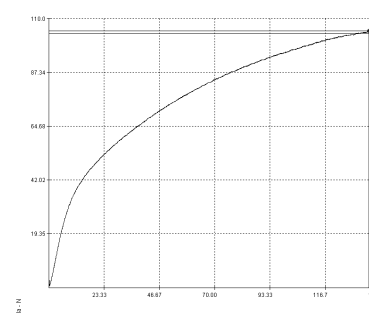
Obrázok 26: Materiál 3



Obrázok 27: Materiál 4



Obrázok 28: Materiál 5



Obrázok 29: Materiál 6

2.4 Celkové vyhodnotenie experimentálnej časti

Celkovo bolo prevedených šesť skúšok, ktoré boli rozdelené do troch skupín. Prvá skupina testovala ochranné vlastnosti, druhá skupina komfort a tretia skupina sa zaoberala trvanlivostnými vlastnosťami ochranných odevov. Na experiment boli použité materiály z jednorazových ochranných kombinéz od rôznych výrobcov (viď kapitola 2.2). Materiály boli rozdelené do dvoch skupín. Do prvej skupiny patrili materiály 1, 2,

3, tieto materiály majú na líčnej strane PUR záter. Technológia týchto materiálov je rozdielna. Materiál 1 je vyrobený technológiou SB a materiály 2 a 3 sú SMS materiály. Do druhej materiállovej skupiny patria materiály 4, 5, 6, ktoré sú bez záteru a všetky tieto materiály sú vyrobené SB technológiou.

Pre testovanie ochranných vlastností boli zvolené dve skúšky. Prvou skúškou bolo meranie priepustnosti vody plošnou textíliou metódou Spary test. Skúšobne materiály boli porovnávané s etalony. Materiály z prvej materiállovej skupiny mali vyšší stupeň etalonu ako materiály z druhej materiállovej skupiny. Materiály 1 a 2 z prvej skupiny vôbec vodu neprepúšťali, teda mali stupeň etalonu 5. Avšak materiál 3 bol kvôli pórovitému povrchu minimálne priepustný, dosiahol stupeň etalonu 4. Aj v druhej skupine materiálov sa objavuje vodu neprepúšťajúci materiál, a tým bol materiál 4, rovnako ako materiál 1 a 2 z prvej materiállovej skupiny nadobudol stupeň etalonu 5. Tento materiál bol bez záteru líčnej strany aj napriek tomu bol voči vode odolný. Príčinou nepriepustnosti tohto materiálu bola hustota vlakennej vrstvy a plošná hmotnosť, ktorá bola takmer rovnaká s materiálom 2 a 3 z prvej materiállovej skupiny. V porovnaní materiálov 4 a 6 mal materiál 6 o stupeň nižší etalón čiže 4, ktorý je svojím rozložením vlákien podobný materiálu 4. Najmenšiu ochranu voči vode mal materiál 5. Použitie takéhoto odevu ako ochrana proti kvapalným látkam neodporúčam .

Medzi ďalšiu ochrannú vlastnosť patrí ochrana proti vetru, čiže priepustnosť vzduchu smerom k nositeľovi. Čím hodnota priedušnosti materiálu bola nižšia, tým bol skúšobný materiál odolnejší voči vetru. Pre prvú materiálovú skupinu bol zvolený tlakový spád 50 [Pa]. Vďaka záteru na líčnej strane materiálov bol materiál 1 s priedušnosťou $0,2 \text{ mm.s}^{-1}$ a materiál 2 s priedušnosťou $0,4 \text{ mm.s}^{-1}$ najviac odolnejšie proti vetru. Ich výsledné hodnoty sa od seba líšili o 50%, ale v porovnaní s materiálom 3 sú tieto materiály odolné voči prenikaniu vzduchu z okolitého prostredia smerom k nositeľovi. Najmenej odolnejší je materiál 3, ktorý má pórovitý povrch a týmto materiálom preniklo o 99% viacej vzduchu ako materiálom 1 a 2. Materiál 3 nadobudol hodnotu 80 mm.s^{-1} . Pre druhú materiálovú skupinu bol stanovený stanovený tlakový spád 3 [Pa]. Výsledky tohto merania sa od seba výrazne odlišovali. Najlepšiu odolnosť proti vetru a to 19 mm.s^{-1} mal materiál 4, ktorý sa od ostatných testovaných materiálov v druhej skupiny líšil o 85 % od materiálu 5 a od materiálu 6 sa odlišoval o necelých 50%. Z toho vyplýva, že materiál 5 s výslednou hodnotou $121,8 \text{ mm.s}^{-1}$ mal najhoršiu odolnosť voči vetru.

V skúškach pre testovanie odolnosti materiálu boli najviac odolné materiál 1 z prvej materiálovej skupiny a materiál 4 z druhej materiálovej skupiny.

Ďalšou skupinou skúšok boli skúšky pre hodnotenie vlastností súvisiacich s komfortom. Spadajú do nej dve skúšky. Prvou skúškou je priepustnosť vzduchu od nositeľa smerom k prostrediu, druhá skúška sa zaoberá priepustnosťou vodných pár.

Hodnotenie priepustnosti vzduchu smerom od nositeľa bolo prevádzané pri rovnakých tlakových spádoch ako hodnotenie odolnosti materiálu proti vetru. Rozdiel bol v pokladaní materiálu, v tomto prípade sa materiál pokladal lícnou stranou dole. Čím hodnota priepustnosti vzduchu bola vyššia, tým bol materiál priedušnejší. V prvej materiálovej skupine mal najlepšiu priepustnosť vzduchu materiál 3 s hodnotou $78,7 \text{ mm.s}^{-1}$, ktorý svojím pórovitým povrchom prepúšťal o 99% viacej vzduchu ako materiál 2. U materiálu 1 sa pri stanovenom tlakovom spáde 50 [Pa] hodnotu nebolo možné odčítať z prietoku, čiže tento materiál je nepriedušný. V druhej materiálovej skupine boli hodnoty priepustnosti vzduchu rozdielne, môžeme preto konštatovať, že jej to spôsobene rozdielnymi plošnými hmotnosťami ako aj rozložením vlákenej vrstvy. Materiál 5 sa svojou štruktúrou výrazne odlišoval od ostatných materiálov z tejto skupiny. Tento materiál je ľahší a celkový nános vlákenej vrstvy je nepravidelný. To boli hlavné príčiny prečo bol materiál najviac priedušný, jeho výsledná hodnota bola $105,9 \text{ mm.s}^{-1}$ a od ostatných materiálov sa odlišoval o 80% od materiálu 4 a o 70% od materiálu 6. Štruktúra materiálov 4 a 6 je rovnaká, ich hodnoty sa líšili len o necelú polovicu. Materiál 4 bol s priedušnosťou $19,4 \text{ mm.s}^{-1}$, teda najmenej komfortný z tejto materiálovej skupiny.

V nasledovnej skúške pre priepustnosť vodných pár boli hodnoty z prvej skupiny materiálov rozdielne. Líšili sa od seba cca 4,5 % . Najvyššie percento priepustnosti vodných pár z tejto skupiny mal materiál 3 a to konkrétne 15,6 %. Druhá materiálová skupina preukázala takmer o polovicu vyššie hodnoty ako to bolo u materiálov z prvej materiálovej skupiny. Je to spôsobené tým, že materiály 4, 5, 6 sú bez záteru. Výsledky materiálu 4 a 6 boli od seba rozdielne iba o 2 %, to značí, že ich štruktúra je v tomto prípade rovnaká. Vzhľadom k tomu, že materiál 5 sa svojou štruktúrou výrazne líši od ostatných materiálov tej istej skupiny. Materiál 5 mal opäť najlepšie výsledky ako to bolo v predchádzajúcej skúške. Od ostatných materiálov druhej skupiny sa líšil o vyše 10%, jeho výsledná hodnota bola 41,9 %.

Z týchto skúšok môžeme usúdiť, že najlepším materiálom, ktorý spĺňa podmienky komfortu sa stal materiál 3 z prvej materiálovej skupiny a materiál 5 z druhej skupiny materiálov.

Pre hodnotenie trvanlivostných vlastností ochranných odevov bolo prevádzané meranie odolnosti materiálu proti oderu a meranie pevnosti materiálu.

V skúške odolnosti plošnej textílie voči oderu boli vyhodnocované dva prípady testovania materiálu. V prvom prípade sa posudzoval oder materiálu o normovanú vlnenú textíliu a v druhom prípade sa hodnotil oder skúšobného materiálu o ten istý materiál. Výsledné hodnoty v oboch prípadoch boli rozdielne. Pri odere materiálu o vlastnú textíliu skúšobné materiály vydržali podstatne vyšší počet otáčok, ako to bolo v prvej materiálovej skupine s výnimkou materiálu 5 z druhej skupiny. Spomenutý materiál 5 pri odere o vlastný materiál vydržal o jednu tretinu menej otáčok, ako to bolo pri testovaní oderu o vlastnú textíliu. Pri testovaní materiálu prvej skupiny v oboch prípadoch vynikal materiál 1 s počtom otáčok 2300 a od ostatných materiálov tej istej skupiny sa podstatne líšil, konkrétne o 1450 otáčok. Z druhej materiálovej skupiny vynikal pri testovaní oderu o normovanú textíliu s počtom otáčok 150 materiál 5. Tento materiál 5 vydržal päťkrát vyšší počet otáčok ako materiál 4 a v porovnaní s materiálom 6 vydržal zhruba o jednu tretinu otáčok viac. Lenže tento materiál 5 pri skúške oderu o ten istý materiál bol z druhej materiálovej skupiny najslabší, a to s počtom otáčok 100. Teda vydržal v porovnaní s materiálom 6 o 50% otáčok menej a v porovnaní s materiálom 4 až o 66% otáčok menej. Najviac odolnejší materiál proti oderu bol materiál 4 s počtom otáčok 300.

Poslednou skúškou bolo zisťovanie pevnosti materiálov. V tejto skúške z prvej materiálovej skupiny bol najmenej pevný materiál 1 s hodnotou 49,9 N, ktorý bol o 35% menej pevný ako materiál 2 a 3. Tieto dva materiály môžeme považovať za rovnaké a z prvej materiálovej skupiny najpevnejšie. Materiál 2 dosiahol hodnotu 72,6 N a materiál 3 nadobudol hodnotu 76,7 N. Ťažnosť materiálov bola však rozdielna pre všetky tri materiály. Najväčšiu ťažnosť mal materiál 1 a to 61,6 %, ktorý sa od materiálu 2 líšil o 45% a od materiálu 3 sa odlišoval o 52 %. V druhej materiálovej skupiny od ostatných materiálov vynikal v pevnosti materiál 6, konkrétne s hodnotou 104,4. Pevnosť tohto materiálu bola o 50 % väčšia ako pevnosť materiálu 4. Materiál 6 bol o jednu pätinu pevnejší v porovnaní s materiálom 5. Tento materiál 5 bol najmenej pevný z tejto materiálovej skupiny nadobudol hodnotu 23,2 N. Ťažnosť materiálu bola rovnako

rozdielna ako to bolo v prvej materiálovej skupine. Materiál 6 s hodnotou 64,1 % mal najmenšiu ťažnosť. Od materiálu 4 sa odlišoval len o 7 % a od materiálu 5 o 52 %. Z toho vyplýva, že materiál 5 s hodnotou 116,3 % bol najviac ťažnejší.

Zo skúšok pre trvanlivosť materiálu môžeme za najlepšie považovať materiál 2 z prvej materiálovej skupiny a materiál 6 z druhej materiálovej skupiny.

Na základe všetkých meraní a ich výsledkov bola pre celkové vyhodnotenie najkvalitnejšieho protichemického ochranného odevu zhotovená porovnávacia matica (viď. tab. 13). Táto matica má stanovené kritéria, ktoré boli zadane na základe prevedených skúšok a ceny materiálu. Z výsledkov skúšok bol každému materiálu pridelený určitý počet bodov od 1-5. (1 pre najhoršie výsledky a 5 pre najlepšie výsledky). Tieto body sa na konci spočítajú (viď. tab. 13 predposledný riadok).

Tabuľka 13: Porovnávacia matica – pridelené hodnoty							
Číslo kritéria	Kritérium	Materiálová skupina 1			Materiálová skupina 2		
		1	2	3	4	5	6
K1	Odolnosť proti vetru	5	5	3	5	1	3
K2	Priedušnosť materiálu	1	2	5	2	5	3
K3	Priepustnosť vodných pár	2	3	5	4	5	4
K4	Priepustnosť vody	5	5	4	5	2	4
K5	Oderu o normovanú textíliu	5	4	3	1	3	2
K6	Oderu o tú istú textíliu	5	4	4	5	2	4
K7	Pevnosť materiálu	3	4	4	3	2	5
K8	Cena	3	1	2	4	5	5
	Súčet	29	28	30	29	25	30
	Upravený súčet	30	31	36	35	29	35

Ďalej bolo vytvorené pre túto metódu párové zrovnanie (viď. tab. 13). Táto technika umožňuje zostaviť poradie významnosti jednotlivých kritérií v našom prípade významnosť odolnosti materiálu. Je potrebné porovnať všetky kritéria medzi sebou napr. odolnosť materiálu voči vode bude uprednostňovaná pred oderom, pevnosť bude uprednostňovaná pred cenou, atď., Po zrovnaní kritérií sa do tabuľky zaznačí najlepšie kritérium napr. pri porovnaní odolnosti proti vetru K1 a priedušnosť materiálu K2 budeme uprednostňovať priedušnosť materiálu teda K2. Po skončení párového

zrovnania a kritéria, ktoré sú zaznačené v tab.14 sčítajú (viď posledný riadok tab. 14). Z môjho hľadiska sú najdôležitejšie kritéria K2 (priedušnosť materiálu) a K4 (priepustnosť vody). Boli uprednostnené pred inými vlastnosťami a tým pádom získali najväčšiu černosť v párovom zrovnaní. Najmenej významné kritérium je K5 (oder o normovanú textíliu), toto kritérium sa vyskytovalo najmenej v párovom zrovnaní a tak získalo najmenšiu černosť. Na základe tejto významnosti kritérií sa upraví rozhodovacia matica. Kritérium K5 sa do rozhodovacej matice nezapočíta, kritérium K2 a K4 sa v rozhodovacej matici zdvojnásobí. Výsledný súčet bodov v rozhodovacej matici sa upraví ako je to v tab. 13 na poslednom riadku. Kde je vidieť, ktorý materiál je najlepší čo sa týka aj z hľadiska komfortu, trvanlivosti a ceny.

Tabuľka 14: Párové zrovnanie

	K1							
K1		K2						
K2	K2		K3					
K3	K3	K2		K4				
K4	K4	K4	K4		K5			
K5	K1	K2	K3	K4		K6		
K6	K1	K2	K6	K4	K6		K7	
K7	K7	K2	K3	K4	K7	K7		K8
K8	K8	K2	K3	K4	K8	K8	K8	
Počet výskytu kritérií	2	6	4	7	0	2	4	3

Zo všetkých testovaných ochranných odevov z prvej materiálnej skupiny je najkvalitnejšia ochranná kombinéza Tyvek Tonet od firmy NTS Rudolf Šedivý (viď.materiál 3). Z druhej materiálnej skupiny je najviac vyhovujúca kombinéza od firmy Spokar (viď. materiál 6) a ochranná kombinéza od firmy Asatex (viď. materiál 4) a to sa týka aj ceny, ktorá je nízka v porovnaní s cenou kombinéz z prevej materiálnej skupiny.

Záver

Hlavným cieľom bakalárskej práce bolo na základe vykonaných skúšok vyhodnotenie najlepšieho protichemického ochranného odevu, ktorý sa používa ako ochrana proti prachu, špine, roztokom, chemikáliám, kvapalinám atď.

V úvodnej časti tejto práce bol prevedený prehľad ochranných odevov, bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, charakteristika a rozdelenie ochranných odevov.

V ďalšej časti sa pozornosť sústredila už na samotný protichemický ochranný odev, ktorý tvorí len malú časť ochranných odevov. Tomuto odevu bola venovaná ostatná časť práce, ktorá zahŕňa stručnú charakteristiku protichemického ochranného odevu, oblasti použitia a rozdelenie protichemických ochranných odevov. V tejto časti sú obsiahnuté taktiež informácie o materiáloch používaných na výrobu protichemických ochranných odevov a možnosti výroby plošných netakných textílií. Ďalej nasledujú vlastnosti a metódy skúšania týchto vlastností.

Experimentálna časť pozostáva z návrhu na experiment, samotného experimentu a vyhodnotení experimentu. Pre experiment boli použité protichemické ochranné odevy od rôznych výrobcov, ktoré boli rozdelené do dvoch skupín. Prvu skupinu tvorili ochranné kombinézy so záterom a druhu skupinu odevy bez záteru. Na týchto odevoch boli testované ochranné vlastnosti ako odolnosť voči vode a odolnosť voči vetru. Z vlastností súvisiacich s komfortom boli testované odolnosť voči vodným parám a priedušnosť materiálu. Pre testovanie trvanlivostných vlastností boli prevedené skúšky na odolnosť voči oderu a pevnosť materiálu. Samotný experiment prebiehal podľa príslušných noriem a na určených meracích prístrojoch. Po prevedení všetkých meraní sa previedlo jednotlivé vyhodnotenie pre danú skúšku a potom celkové vyhodnotenie, pre ktoré bola zostavená porovnávacia matica a párové zrnovanie. Táto technika zjednodušila celkove vyhodnotenie najkvalitnejšieho odevu, a to z hľadiska vlastností aj ceny.

Z môjho pohľadu je najkvalitnejšia ochranná kombinéza Tyvk Tnet od firmy NTS Rudolf Šdivý, ktorá patrí do skupiny materiálov so záterom, teda do prvej materiálnej skupiny. Ochranná kombinéza je vyrobená technológiou SMS, na povrchu

LS je PUR záter, ktorý je spoločne s textiliou prepichovaný. Tieto úpravy, spôsob výroby a ďalšie vlastnosti boli príčinou dobrých výsledkov daného ochranného odevu.

Z druhej materiálovej skupiny, čiže materiálov bez záteru je najviac vyhovujúca kombinéza od firmy Spokar (viď. materiál 6) a ochranná kombinéza od firmy Asatex (viď. materiál 4). Obe kombinézy sú vyrobené technológiou SB s úpravou kalandrovaní, ich plošná hmotnosť sa líši len o 10 %, preto výsledky väčšiny testov boli z toho dosť podobné. Cena týchto odevov je podstatne nižšia ako to bolo v skupine materiálov s PUR záterom.

Bakalárska práca bola pre mňa veľmi zaujímavá. Dozvedela som sa mnoho informácií o ochranných odevoch, a najmä o protichemických ochranných odevoch. Zistila som ako sa orientuje v normách a naučila som sa správne pracovať s meracími prístrojmi. Takže môžem povedať, že táto práca mala pre mňa veľký prínos čo sa týka skúsenosti a informácií.

Použitá literatúra

- [1] Porada; [online].[cit. 22.11.2010]
URL: <<http://www.porada.sk/t56527-zakonnik-prace-od-1-3-2009-a.html#146>>
- [2] 3M; [online].[cit. 22.11.2011]
URL: <http://solutions.3m.co.uk/wps/portal/3M/en_GB/Scotch-Lite/Home/RegInfo/PerformanceStandards/EN340/<
- [3] Solik; [online].[cit. 11.1.2011]
URL: <<http://www.solik.sk/assets/katalog/04-Ochranne-pracovne-prostriedky/4.pdf>>
- [4] MSA The Safety Company; [online].[cit. 13.12.2010]
URL: <<http://www.msa-auer.cz/cz/produkty/ochranne-obleky/>>
- [5] Ochrana a pohodlie; [online].[cit. 22.11.2010]
URL: <http://www.lubica-bratislava.sk/katalog_pdf/3m/3M_ochranne_odevy.pdf>
- [6] Ochrana tela; [online].[cit. 22.11.2010]
URL: <<http://www.ttech.sk/domain/ttech/files/normy.pdf>>
- [7] Wikipedia ; [online].[cit. 13.1.2011]
URL: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ochrann%C3%BD_od%C4%9Bv>
- [8] Msa solutions (m) sdn bhd; [online].[cit. 10.1.2011]
URL: <http://msaasolutions.blogspot.com/2009_11_01_archive.html>
- [9] Protective Clothing; [online].[cit. 23.11.2010]
URL: <<http://www.safetyquip.com.au/downloads/UsefulInfoByProductGroup/ProtectiveClothingIntro.pdf>>
- [10] Pracovné odevy Kado; [online].[cit. 10.1.2011]
URL: <<http://www.pracovneodevykado.sk/pracovneodevy/eshop/1-1-PRACOVNE-ODEVY/7-2-DUPONT-ochranne-obleky/5/159-TYCHEM-C>>
- [11] Gssm; [online].[cit. 22.11.2010]
URL: <<http://gssm.com.au/products/covtech/standards>>
- [12] Podrobne vyhľadavanie v normách; [online] [cit.18.1.2011]
URL: <<http://csnonline.unmz.cz/vyhledavani.aspx>>
- [13] Kovačič V.: Textilní zkušebnictví. Díl II., 1 vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004, 69 s. ISBN 80-7083-825-6
- [14] Růžicková D.: Oděvní materiály., 1 vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003, 221 s. ISBN 80-7083-682-2

- [15] Kovačič V., Militký : Textilné vlákna., prednášky
- [16] Polyesterová vlákna; [online].[cit.22.11.2010]
URL:<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080107/TVN_Prednaska_12.pdf>
- [17] Wikipedia; [online].[cit.12.12.2010]
URL:<<http://sk.wikipedia.org/wiki/Polyetyl%C3%A9n>>
- [18] Textilles; [online].[cit.15.1.2011]
URL:<http://www.tx.ncsu.edu/jtatm/volume2issue2/plasma_treatment.htm>
- [19] What Is polyester?; [online].[cit.13.12.2010]
URL:<<http://www.whatispolyester.com/>>
- [20] Awapaper; [online].[cit.11.1.2011]
URL:<http://www.awapaper.co.jp/e/products/es_m01a.html>
- [21] Profesional-plzeň; [online].[cit.29.1.2011]
URL:<<http://www.profesional-plzen.cz/prehled-norem-pro-ochranne-a-pracovni-pomucky.html>>
- [22] Habala; [online].[cit.30.1.2010]
URL:<<http://www.habala.sk/files/ftp/odevy.pdf>>
- [23] TZU; [online].[cit.29.1.2011]
URL:<http://www.tzu.cz/get_dokument.php?ID=1026>
- [24] Standardizace textilných výrobků; [online].[cit.18.1.2011]
URL:<<http://147.230.97.41/items/STV/STV-P/9.P%C5%99.Ochrann%C3%A9%20od%C4%9Bvy%20II..pdf>>
- [25] Google; [online].[cit.14.1.2011]
URL:<http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=1&sqi=2&ved=0CBUQFjAA&url=http://www.microgard.com/doclib/Guide_to_standards_Type3%264_PB_17082007.doc&rct=j&q=EN%2014605&ei=PdItTefak9GhOr7a6M0K&usg=AFQjCNE7VtVKMhuCn9ZMvrsRy3M_SKk7yw>
- [26] Pegas; [online].[cit.29.1.2011]
URL:<<http://www.pegasas.cz/article.asp?nArticleID=40&nLanguageID=2>>
- [27] Dostalová M., Křivánková M.: Základy textilní a oděvní výroby, 3 vyd. upravené Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004, 185 s. ISBN 80-7083-831-0
- [28] Studijní materiály; [online].[cit.21.3.2011]
URL: <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_aut.cgi?aut=109&skr=225&pro=>
- [29] Disposable Workwear; [online].[cit.21.3.2011]

- URL:<<http://www.jbsgroup.ie/catalog/disposable-workwear-c-28.html>>
- [30] Elstrote; [online].[cit.21.3.2011]
- URL:<<http://www.elstrote.sk/sk/detail/jednorazovy-pracovny-oblek-tyvek-pro-tech-classic-biely-845>>
- [31] Sortiment; [online].[cit.21.3.2011]
- URL: <http://www.volny.cz/nts/sortiment_netkane.html>
- [32] Stavoshop; [online].[cit.21.3.2011]
- URL:<<http://www.stavshop.cz/kombineza-malirska-color-expert-xxl-60-62-det-564.html>>
- [33] Spokar; [online].[cit.21.3.2011]
- URL:<http://www.spokar.com/index.php?lang=cze&show_section=PRACOVNI-RUKAVICE-KOMBINEZY-A-UTERKY&id_kartace=646>
- [34] Testování; [online].[cit.11.4.2011]
- URL: <<http://www.directalpine.cz/a263-testovani>>
- [35] Schmutzschutzoverall; [online].[cit.11.4.2011]
- URL: <http://www.mercateo.com/p/488BA-190575/Schmutzschutzoverall_PP_Gr_XXL_weiss.html>
- [36] Vlastný zdroj

Zoznam obrázkov

Obrázok 1: Označovanie na etikete[2].....	11
Obrázok 2: Odolnosť voči kontaminácii rádioaktívnymi časticami[11]	14
Obrázok 3: Obmedzená ochrana voči plameňom a teplu[11].....	14
Obrázok 4: Elektrostatické vlastnosti[11].....	14
Obrázok 5: Ochrana voči biologickým rizikám[11]	14
Obrázok 6: Symbol protichemických ochranných odevov typ 1 [9]	15
Obrázok 7: Symbol protichemických ochranných odevov typ 2 [9]	15
Obrázok 8: Ochranný odev- typ 1 a 2[8]	16
Obrázok 9: Protichemický ochranný odev typ 3 a 4 [10]	16
Obrázok 10: Symbol protichemických ochranných odevov typ 3[9]	16
Obrázok 11: Symbol protichemických ochranných odevov typ 4[9]	16
Obrázok 12: Protichemický ochranný odev s priedušným zadným dielom-typ 5 a 6[5]	17
Obrázok 13: Protichemický ochranný odev- typ 4, 5 a 6[5].....	17
Obrázok 14: Symbol protichemických ochranných odevov typ 5[9]	17
Obrázok 15: Symbol protichemických ochranných odevov typ 6[9]	17
Obrázok 16: Testovacia komora- SPREY test[25]	29
Obrázok 17: Testovacia komora -JET test [25]	30
Obrázok 18: Prístroj M232 [34].....	40
Obrázok 19: SDL M021S [36].....	42
Obrázok 20: Permetest [36]	46
Obrázok 21: Zapisovač výsledkov [36]	46
Obrázok 22: Prístroj Martindale [34].....	48
Obrázok 23: Lab test-trhačka [36]	52
Obrázok 24: Materiál 1	54
Obrázok 25: Materiál 2	54
Obrázok 26: Materiál 3	54
Obrázok 27: Materiál 4	54
Obrázok 28: Materiál 5	54
Obrázok 29: Materiál 6	54

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1: Skúšobná metóda [12].....	24
Tabuľka 2: Výsledky porovnania s etalonom	41
Tabuľka 3: Výsledky odolnosti materiálu proti vetru.....	44
Tabuľka 4: Výsledky meranie priedušnosti materiálov	45
Tabuľka 5: Výsledky merania priepustnosti vodných pár	48
Tabuľka 6: Výsledné hodnoty oderu na normovanú textíliu sú uvedené v otáčkach	50
Tabuľka 7: Ukážka poškodených materiálov	50
Tabuľka 8: Výsledné hodnoty oderu na normovanú textíliu sú uvedené v otáčkach	51
Tabuľka 9: Ukážka poškodených materiálov	51
Tabuľka 10: Výsledné hodnoty oderu na vlastnú textíliu sú uvádzané v otáčkach	51
Tabuľka 11: Výsledné hodnoty oderu na vlastnú textíliu sú uvedené v otáčkach.....	52
Tabuľka 12: Pevnosť, predĺženie a ťažnosť materiálu	54
Tabuľka 13: Porovnávací matica – pridelené hodnoty	58
Tabuľka 14: Párové zrovnanie	59

Prílohová časť

Príloha 1: Technologický popis ochranných odevov použitých na skúšku

Príloha 2: Namerané hodnoty a štatistika

Príloha 1: Popis ochranných odevov použitých na skúšku

Macrobond 5,6

Ochranná kombinéza Macrobond© 5,6 vyrobená z netkaného PP. Výrobná technológiou SB, textília je kalandrovaná a na LS má PUR záter.

Kombinéza na obojstranný zips prekrytý prekladom na lepiaci prúžok. Predný diel členený v prsnej časti. Kapučňa v prednom kraji na gumičku. Rukávy jednodielne kimonové v dolnom kraji na pletenú manžetu. Zadný diel členený pod lopatkami a v strednej línii, v páse stiahnutý na gumičku. Dolný kraj nohavíc ukončený gumičkou.

Kombinéza je zhotovená na obnitkovaciom stroji s použitím trojnitného retiazkového stehu.

Tyvek© Pro.Tech Classic

Jednorazový pracovný oblek vyrobený z netkaného PP Tyvek, antistatický, bez silikónov, materiál odoláva vode, roztokom chemikálií, azbestu a prachu. Vyrobený technológiou SMS, textília je kalandrovaná a na LS má PUR záter.

Jednorazová kombinéza Tyvek so zapínaním na zips so samolepiacim prekladom zipsu a brady. Predný diel členený v prsnej časti. Kapučňa v prednom kraji na gumičku. Rukávy jednodielne kimonové, koniec rukáva na gumičku a palcové pútko, ktoré zabráni vysúvaniu rukáva. Zadný diel členený pod lopatkami a v strednej línii. V páse zadný diel stiahnutý na gumičku. Dolný kraj nohavíc ukončený gumičkou.

Jednorazová kombinéza Tyvek je zhotovená na obnitkovaciom stroji s použitím trojnitného retiazkového stehu. Švy sú prelepené.

Tyvek Tonet

Jednorazová kombinéza vyrobená technológiou SMS z PP, textília je kalandrovaná a na LS má PUR záter.

Ochranný odev s uzatvoreným prekladom zipsu. Predný diel členený v prsnej časti. Kapučňa v prednom kraji na gumičku. Rukávy jednodielne kimonové, koniec rukáva na gumičku. Zadný diel členený pod lopatkami. Zadný a časť predného dielu v páse stiahnutý na gumičku. V rozkrokovej časti našitý klin. Na ľavej strane nohavíc sa nachádza nakladané vrečko. Dolný kraj nohavíc bez akéhokoľvek začistenia.

Jednorazová kombinéza Tyvek Tonet je zhotovená šijacom stroji s použitím dvojnitného viazaného stehu.

Ochranný overal Asatex

Jednorazová kombinéza zo 100% PP, vyrobená technológiou SB, textília je kalandrovaná a bez záteru

Ochranný odev s uzatvoreným prekladom zipsu. Predný a zadný diel bez členenia. Kapucňa v prednom kraji na gumičku. Rukávy jednodielne hlavicové s ukončením na gumičku. Zadný diel v páse stiahnutý na gumičku. V rozkrokovej časti našitý klin. Dolný kraj nohavíc na gumičku.

Kombinéza je zhotovená na obnitkovacom stroji s použitím trojnitného retiazkového stehu.

Kombinéza malířská COLOR EXPERT

Jednorazová kombinéza zo 100% PP, vyrobená technológiou SB, textília je kalandrovaná.

Ochranný odev so zapínaním na obojstranný zips bez prekladu. Predný diel členený pod prsiami a zadný diel pod lopatkami. Kapucňa v prednom kraji na gumičku. Rukávy jednodielne kimonové. Dolný kraj nohavíc a rukávov ukončený na gumičku.

Zhotovená na obnitkovacom stroji s použitím trojnitného retiazkového stehu.

Kombinéza s kapucňou Spokar

Jednorazová kombinéza zo 100% PP, vyrobená technológiou SB, textília je kalandrovaná.

Ochranný odev so zapínaním na zips bez prekladu. Predný a zadný diel bez členenia. Kapucňa v prednom kraji na gumičku. Rukávy jednodielne hlavicové. Dolný kraj nohavíc a rukávov ukončený na gumičku.

Zhotovená na obnitkovacom stroji s použitím trojnitného retiazkového stehu.

Príloha 2: Skúšky zvolené pre experiment ich namerané hodnoty a štatistika

Tabulka 1: Namerané a štatistické hodnoty hodnoty - plošná merná hmotnosť[g/m ²]						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	62,62	43,35	41,45	40,16	32,74	35,82
2	64,64	42,63	43,84	45,42	34,25	33,09
3	65,81	46,90	42,37	44,43	27,41	41,79
4	62,92	43,21	43,26	41,60	31,08	35,84
5	66,11	42,76	45,71	43,23	34,10	35,88
6	66,72	42,60	42,14	41,30	30,23	40,48
7	66,28	40,83	41,41	36,55	34,90	37,22
8	65,99	46,77	44,46	40,27	35,81	34,77
9	64,34	45,52	41,08	39,03	27,40	38,21
10	64,92	43,95	41,21	40,13	29,83	38,51
\bar{x}	65,04	43,85	42,69	41,21	31,78	37,16
r	1,80	1,16	1,24	1,36	0,64	0,70
s	1,34	1,08	1,11	1,17	0,80	0,84
v[%]	2,06	2,46	2,61	2,83	2,52	2,26
IS	0,83	0,67	0,69	0,72	0,50	0,52

Tabuľka 15: Stupne etalonov a štatistické hodnoty – Spray test						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	5	5	4	4	3	4
2	5	5	3	5	2	4
3	5	5	3	5	2	3
4	5	5	4	5	2	4
5	5	5	4	5	2	4
\bar{x}	5	5	4	5	2	4
r	0	0	0,24	0,16	0	0,16
s	0	0	0,49	0,40	0	0,40
v[%]	0	0	13,61	8,33	0	10,53
IS	0	0	0,43	0,35	0	0,35

Tabuľka 16: Namerané hodnoty- odolnosť oči vetru [ml.s ⁻¹]						
	50 [Pa]			3 [Pa]		
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	0,29	0,79	173	43	221	61
2	0,23	0,89	175	36	278	74
3	0,33	0,96	138	32	250	66
4	0,26	0,73	142	35	225	64
5	0,28	0,79	154	33	237	71
6	0,26	0,91	174	37	276	60
7	0,29	0,3	155	42	227	75
8	0,31	0,76	145	38	236	72
9	0,29	0,85	162	41	244	65
10	0,32	0,88	182	42	241	73
\bar{x}	0,30	0,83	160	37,9	243,5	68,1
r	0	0,01	217,20	14,09	351,45	27,69
s	0,03	0,07	14,74	3,85	18,75	5,26
v[%]	10,04	8,18	9,21	9,90	7,70	7,73
IS	0,02	0,04	9,13	2,32	11,62	3,26

Tabuľka 17: Namerané hodnoty- priepustnosť vzduchu [ml.s ⁻¹]						
	50 [Pa]			3 [Pa]		
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	0	0,72	170	42	194	62
2	0	0,86	155	39	225	75
3	0	0,95	138	37	223	59
4	0	0,81	148	36	195	65
5	0	0,88	165	39	190	70
6	0	0,87	164	36	215	64
7	0	0,90	138	39	211	73
8	0	0,85	165	38	220	69
9	0	0,70	162	41	228	64
10	0	0,78	168	40	217	75
\bar{x}	0	0,83	157,30	38,70	211,80	67,60
r	0	0,01	129,81	3,61	174,16	28,44
s	0	0,08	11,39	1,90	13,19	5,33
v[%]	0	9,04	7,24	4,91	6,23	7,89
IS	0	0,05	7,06	1,18	8,18	3,30

Tabuľka 18: Namerané a štatistické hodnoty - priepustnosť vodných par [%]						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	6,6	11,0	15,3	27,1	46,1	30,0
2	6,2	10,7	15,4	26,5	37,9	30,4
3	6,5	11,9	16,2	27,6	44,8	28,3
4	6,2	11,2	14,8	29,1	35,5	30,6
5	5,9	11,8	16,2	25,6	45,4	28,6
\bar{x}	6,28	11,32	15,58	27,18	41,93	29,58
r	0,06	0,21	0,30	1,37	19,13	0,90
s	0,25	0,46	0,55	1,17	4,37	0,95
v[%]	3,95	4,08	3,50	4,30	10,43	3,20
IS	0,27	0,41	0,48	1,02	3,83	0,83

Tabuľka 19: Namerané a štatistické hodnoty- Oder o normovanú textíliu uvedený v otáčkach						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	2450	840	160	30	150	100
2	2280	820	150	25	140	90
3	2250	870	140	35	160	100
4	2320	870	150	30	150	110
\bar{x}	2300	850	150	30	150	100
r	1450	450	50	12,5	50	50
s	38,08	21,21	7,07	3,54	7,07	7,07
v[%]	1,66	2,50	4,71	11,79	4,71	7,07
IS	37,32	20,79	6,93	3,47	6,93	6,93

Tabuľka 20: namerané a štatistické hodnoty- Oder o tu istú textíliu uvedený v otáčkach						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	6700	7100	6800	270	80	190
2	7000	7000	6700	300	120	190
3	7100	7000	7200	310	100	200
4	7200	6900	7300	320	100	220
\bar{x}	7000	7000	7000	300	100	200
r	35000	5000	65000	3500	200	150
s	187,08	70,7	254,95	18,71	14,14	12,25
v[%]	2,67	1,01	3,64	6,24	14,14	6,12
IS	183,34	69,29	249,85	18,33	13,86	12,00

Tabuľka 21: Namerané a štatistické hodnoty hodnoty – Pevnosť materiálu [N]						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	46,17	61,38	80,02	48,78	23,06	109,37
2	46,13	76,89	65,27	35,40	22,27	95,97
3	52,21	71,73	73,37	45,87	21,54	94,80
4	53,29	77,56	89,38	47,83	24,25	116,61
5	51,59	75,61	75,31	49,66	25,11	105,05
\bar{x}	49,90	72,63	76,67	45,51	23,45	104,36
r	9,56	35,74	63,10	27,12	1,67	67,48
s	3,10	5,97	7,94	5,21	1,29	8,21
v[%]	6,20	8,23	10,36	11,45	5,56	7,87
IS	2,71	5,24	6,96	4,56	1,14	7,20

Tabuľka 22: Namerané a štatistické hodnoty hodnoty - Predĺženie materiálu [mm]						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	126,50	30,06	15,71	142,85	227,28	132,28
2	121,80	31,86	17,99	137,72	232,33	127,85
3	122,79	32,01	18,02	140,34	231,47	124,38
4	119,08	32,96	16,92	143,37	232,33	129,35
5	125,85	32,65	18,57	147,05	238,94	127,40
\bar{x}	123,20	32,11	17,44	142,27	232,56	128,25
r	7,40	0,44	1,04	9,76	13,10	6,66
s	2,72	0,66	1,02	3,12	3,62	2,58
v[%]	2,21	2,06	5,83	2,20	1,56	2,01
IS	2,38	0,58	0,89	2,73	3,17	2,26

Tabuľka 23: Namerané a štatistické hodnoty hodnoty - Ťažnosť materiálu [%]						
	Materiál 1	Materiál 2	Materiál 3	Materiál 4	Materiál 5	Materiál 6
1	63,25	15,53	7,86	71,43	113,86	66,14
2	60,90	15,93	8,99	68,86	116,17	63,93
3	61,40	16,01	9,01	70,17	115,74	62,19
4	59,54	16,48	8,46	71,69	116,17	64,67
5	62,93	16,33	9,28	73,52	119,47	63,70
\bar{x}	61,60	16,05	8,72	71,13	116,28	64,13
r	1,85	0,11	0,26	2,44	3,27	1,67
s	1,36	0,33	0,50	1,56	1,81	1,29
v[%]	3,00	0,68	2,96	3,43	2,81	2,60
IS	1,19	0,28	0,44	1,37	1,58	1,13